LIBRARY OF CONGRESS.

[SMITHSONIAN DEPOSIT.]

Chap. S585

Shelf .F8S.

UNITED STATES OF AMERICA

Lehrbuch der Chemie

für

Landwirthe, Forstmänner

und

Cameralisten.

Lehrbuch der Chemie

für

Landwirthe, Forstmänner

und

Cameralisten.

Zum Gebrauche

bei

Vorlesungen und zum Selbstunterrichte,

von

Dr. C. Remigius Fresenius,
Professor der Chemie, Physik und Technologie am landwirthschaftlichen Institute zu Wiesbaden.

Mit in den Text eingedruckten Holzschnitten.

Braunschweig,
Druck und Verlag von Friedrich Vieweg und Sohn.

1847.

270514*

Herrn

Wilhelm Albrecht,

Herzoglich Nassauischem Geheimen Regierungsrathe, Direktor des landwirthschaftlichen Instituts zu Wiesbaden ꝛc. ꝛc.

hochachtungsvoll gewidmet

von

dem Verfasser.

Erster Abschnitt.

Allgemeine Grundbegriffe.

A. Natur. — Naturwissenschaften. — Naturgesetze.

§. 1.

1. Den Inbegriff alles sinnlich Wahrnehmbaren nennen wir Natur.
2. Die Wissenschaft, welche sich mit Erforschung der Natur beschäftigt, heißt Naturkunde.
3. Wie die Natur ein großes Ganzes ist, so ist dies auch die Naturkunde. Wir Menschen aber theilen das große Ganze ein, um uns die Uebersicht zu erleichtern.
4. Welche Abtheilungen und Unterabtheilungen der Naturkunde man zu dem genannten Zwecke gemacht hat, erkennt man aus folgender Uebersicht.

I. Naturbeschreibung.

Ihre Aufgabe ist die Erkennung und Unterscheidung der in der Natur vorhandenen Gegenstände.

Sie zerfällt:

1. in die Lehre von den Thieren (Zoologie).
2. in die Lehre von den Pflanzen (Botanik).
3. in die Lehre von den Gesteinen (Mineralogie).

II. Naturlehre.

Ihr Ziel ist die Erforschung des Zusammenhangs und der Ursachen der in der Natur sich darbietenden Erscheinungen.

Sie zerfällt:

1. in die Physik.
2. in die Chemie.

Jene umfaßt vorzugsweise die Erscheinungen, welche sich auf das äußere Wesen der Gegenstände beziehen, — diese die ihren Stoff betreffenden.

Beide aber sehen von den Veränderungen ab, welche sich uns als Lebenserscheinungen offenbaren, und überlassen diese einer eigenen Wissenschaft, der Physiologie, die man somit als dritten Zweig der Naturlehre betrachten kann.

Zeigen wir nun an einem Beispiele, wie jedes Ding, je nach dem Gesichtspunkte, von dem aus es betrachtet wird, Gegenstand verschiedener Zweige der Naturkunde sein kann. Den Diamant z. B. lehrt uns die Naturbeschreibung (und zwar die Mineralogie), nach seiner Gestalt, Farbe, Härte, überhaupt nach seinen äußeren Eigenschaften kennen und zeigt, wie er sich von allen anderen Naturkörpern unterscheidet. — Die Physik sucht zu erklären, woher es kommt, daß er das Licht in schönen Farben bricht, daß er an manchen Kanten das Glas ritzt, an anderen schneidet ꝛc.; die Chemie endlich erklärt, wie es zugeht, daß er, an der Luft stark erhitzt, scheinbar verschwindet, zeigt, was dabei aus seinem Stoffe wird, wie diese Umwandlung zusammenhängt u. s. w.

5) Es giebt nur eine Quelle, aus welcher der Naturforscher seine Erkenntniß vernunftgemäß schöpfen kann, — die Erfahrung.

6) Erfahrung sammelt man durch Beobachtungen. Beobachtungen unter absichtlich herbeigeführten Umständen heißen Versuche.

7) Aus stets übereinstimmenden Erfahrungen leitet man Naturgesetze ab. Diese sind demnach für den bescheidenen Naturforscher nichts weiter, als allgemeine Ausdrücke für sich gleich bleibende Erfahrungen; denn Niemand kann sagen, er habe die wahren, der ganzen Natur zu Grunde liegenden Gesetze wirklich gefunden.

B. Körper. — Imponderabilien. — Kräfte.

§. 2.

1) Alles in der Natur Vorhandene, was einen Raum einnimmt und wägbar ist, nennen wir Körper.

2) Die Ursachen gewisser Naturerscheinungen, nämlich die der

Wärme- und Licht-, der elektrischen und magnetischen Wirkungen, nennt man Imponderabilien (unwägbare Materien), weil man diese Erscheinungen am besten erklären zu können glaubt, durch Annahme gewisser unwägbarer, aber doch raumerfüllender Materien, die also nicht Körper sind im oben angeführten Sinne des Wortes.

3) Die Ursachen aller übrigen in der Natur vorkommenden Erscheinungen nennt man Kräfte. — Kräfte lassen sich nicht sinnlich wahrnehmen. Was wir sehen, fühlen oder hören sind nur die Wirkungen der Kräfte, die sich uns in Zustands- oder Stoff-Veränderungen der Körper zu erkennen geben. — Nur in ihren Wirkungen lassen sich demnach die Kräfte unterscheiden und ihrem Begriffe nach bestimmen.

4) Alle Naturerscheinungen nun, mit Ausnahme der durch die Imponderabilien bedingten, glaubt man von folgenden Kräften ableiten zu können:

   a. Die Ursache, welche bewirkt, daß alle von einander entfernten Körper ein Streben haben, sich einander zu nähern, und welche sich uns namentlich dadurch zu erkennen giebt, daß nicht unterstützte Körper fallen, nennt man Schwerkraft.

   b. Die Ursache, welche bewirkt, daß gleichartige Körper, wenn sie so viel wie möglich einander genähert werden, an einander haften, oder was dasselbe ist, daß gleichartige, an einander haftende Körpertheilchen nicht auseinander fallen, nennt man Cohäsionskraft.

   c. Die Ursache, welche bewirkt, daß ungleichartige Körper, wenn sie so viel wie möglich einander genähert werden, an einander haften, oder was dasselbe ist, daß ungleichartige, an einander haftende Körper nicht auseinander fallen, nennt man Adhäsionskraft.

   d. Die Ursache, welche bewirkt, daß sich ungleichartige Körper zu einem gleichartigen Ganzen vereinigen können, und welche veranlaßt, daß so vereinigte ungleichartige Körper verbunden bleiben, nennt man chemische Anziehungskraft oder chemische Verwandtschaft.

   e. Die Ursache, welche in den lebenden Körpern Erscheinungen bewirkt, die sich weder aus den bereits genannten Kräften, noch aus der Annahme der Imponderabilien ableiten lassen, nennen wir Lebenskraft.

5) Die Wörter: Schwerkraft, Cohäsionskraft, Adhäsionskraft, chemische Verwandtschaft und Lebenskraft, sowie die Benen-

der Imponderabilien: elektrisches Fluidum, Wärmefluidum ꝛc., sind also nichts weiter, als allgemein anerkannte Namen, deren man sich bei Erklärung von Naturerscheinungen bedient, um nicht jedesmal die weitläufigeren Begriffsbestimmungen wiederholen zu müssen.

C. Erklärung der Naturerscheinungen.

§. 3.

1) Naturerscheinungen *erklären* heißt, sie auf ihre Ursachen zurückführen. Es gelingt jedoch nicht, dabei weiter vorzudringen, als bis zu den Begriffen: Stoff, Imponderabile, Kraft. Es sind dies die Schranken, über die wir nicht hinaus können. — Bei Erklärung von Naturerscheinungen nun geht man von folgenden Annahmen aus:
   a. Die Naturkräfte und Imponderabilien sind in der Natur das *Wirkende*.
   b. Der Stoff ist *indifferent*, das heißt, er folgt jeder Einwirkung ohne Widerstand.
2) Man denkt sich demnach, um sich die Erklärungen zu erleichtern, und mannigfaltige Erscheinungen auf gemeinsame Ursachen zurückführen zu können, Stoff, Kräfte und Imponderabilien getrennt, obgleich in Wirklichkeit eine solche Trennung nicht stattfindet, denn es giebt keinen Stoff, in dem nicht Kräfte und Imponderabilien wirkten.
3) Jeder Erklärungsversuch, der nicht auf sinnlich wahrnehmbaren Erscheinungen fußt, heißt eine *Hypothese*.

D. Chemie und ihre Zweige.

§. 4.

1) Die Chemie, als Wissenschaft, welche die auf den Stoff bezüglichen Naturerscheinungen erforscht, hat, wie sich aus der Begriffsbestimmung der Kräfte ergiebt, vorzugsweise mit der chemischen Anziehungskraft zu thun. — Da aber bei den durch sie bedingten Erscheinungen die anderen Kräfte und namentlich auch die Imponderabilien stets einen gewissen Einfluß ausüben, so kann ein Studium der Chemie ohne Rücksichtnahme auf diese Einwirkungen nicht gedacht werden. — In dieser Hinsicht sind also Physik und Physiologie Hülfswissenschaften der Chemie,

ebenso wie die Chemie in anderen Hinsichten Hülfswissenschaft jener ist.

2) Betrachtet man die Chemie nur, insofern sie uns in dem ihr angewiesenen Gebiet den wahren Thatbestand kennen lehrt, so heißt sie reine oder theoretische Chemie. Betrachtet man sie aber als Führerin bei praktischen Arbeiten, die stoffliche Umänderungen der Körper bezwecken, so heißt sie praktische Chemie. Dieselbe zerfällt wieder in synthetische (zusammensetzende) und analytische (zerlegende) Chemie, je nachdem Zusammensetzung oder Zerlegung Zweck der Arbeit ist.

3) Für die Landwirthschaft ist die Chemie nicht eine Hülfswissenschaft, wie manche andere, dienlich einzelne Vorgänge zu erhellen, sondern sie erscheint weit eher als breite Basis, durch welche die wichtigsten Theile der ganzen Wissenschaft gestützt und getragen werden, oder als helle Leuchte, welche ihre Strahlen in alle Abtheilungen des ganzen Faches wirft. — Sie streitet nie gegen die Erfahrung, denn die Erfahrung ist ja ihre Quelle, sondern sie erklärt und erläutert das empirisch Gefundene. Häufig auch berichtigt sie es, denn sie lehrt klarer sehen und schärfer beobachten, und aus dem Beobachteten richtige Schlüsse ziehen. Aber sie hilft auch Neues finden, und lehrt durch vernunftgemäße Versuche das Ziel auf kürzerem Wege erreichen, als es durch bloßes Herumtappen und gedankenloses Probiren möglich ist. —

Diejenigen Theile der Chemie, welche die Vorgänge des Landbaues erhellen, faßt man zusammen unter dem Namen Agriculturchemie. — Die technische Chemie lehrt die chemischen Präparate bereiten und prüfen, welche in Künsten und Gewerben Anwendung finden. Eine Abtheilung derselben bildet die Grundlage aller landwirthschaftlichen Gewerbe.

Zweiter Abschnitt.

Von den Körpern im Allgemeinen.

A. Das äußere Wesen der Körper.

1. Aggregatzustand.

§. 5.

Alle Körper erscheinen in einem der drei folgenden Zustände (Aggregatzustände); sie sind entweder

a. luftförmig (Gase),
b. tropfbarflüssig (Flüssigkeiten),
c. fest (feste Körper).

Viele Körper kennen wir in allen drei Aggregatzuständen, z. B. das Wasser als Wasserdampf, flüssiges Wasser und Eis. —

Der Uebergang aus einem Zustand in den andern geschieht bei den Körpern, welche überhaupt fähig sind, Zustandsänderungen zu erleiden, unter folgenden Umständen:

Gase werden durch Abkühlung oder durch Zusammenpressung flüssig;

Flüssigkeiten werden durch Abkühlung fest, durch Erhitzung aber, oder durch Verminderung des Drucks, unter dem sie sich befinden, gasförmig;

Feste Körper werden durch Erhitzung flüssig.

Der Temperaturgrad, bei welchem ein Gas sich zur Flüssigkeit verdichtet, heißt sein Verdichtungs- (Condensations-) Punkt, — der, bei welcher eine Flüssigkeit fest wird, ihr Erstarrungs- (bei Wasser Gefrier-) Punkt, — der, bei welcher eine Flüssigkeit Gasform annimmt, ihr Siedepunkt, — der, bei welcher ein fester Körper schmilzt, sein Schmelzpunkt.

2. Krystallisirte und amorphe Körper.

§. 6.

a. Die festen Körper haben entweder eine regelmäßige, mathematisch bestimmbare, von ebenen Flächen begrenzte Gestalt, oder sie zeigen eine unregelmäßige, unbestimmte Form. Im ersten

Falle heißen sie krystallisirte Körper (Krystalle), im letzten nicht krystallisirte (amorphe) Körper.

Diese Eintheilung bezieht sich jedoch nur auf natürlich gebildete Körper. Ein von Holz künstlich geschnitzter Würfel ist kein Krystall. — Die Benennung amorph — auf deutsch gestaltlos — kann nach der Begriffsbestimmung eines Körpers keinem solchen im eigentlichen Sinne zukommen. Der Name amorph, in der Chemie gebraucht, hat aber die Bedeutung angenommen: von unbestimmter Gestalt, nicht krystallisirt, und ist also stets in diesem Sinne zu verstehen.

b. Viele Körper erscheinen immer amorph, d. h. sie lassen sich unter keinen Umständen krystallisirt erhalten, z. B. Gummi, — die meisten aber kennen wir sowohl in krystallisirtem wie in amorphem Zustande, z. B. Schwefel, Zucker. — Körper letzterer Art werden stets krystallisirt erhalten, wenn sie allmälig aus gasförmiger oder flüssiger Form in feste übergehen, amorph hingegen dann, wenn dieser Uebergang plötzlich erfolgt.

c. Die Kenntniß der Krystallgestalt giebt, weil verschiedene Körper in verschiedenen, bestimmten Formen krystallisiren, ein Hülfsmittel zu ihrer Unterscheidung ab. — Die Abtheilung der Mathematik, welche sich mit Bestimmung der Krystallgestalt beschäftigt, heißt Krystallographie. Sie wird gewöhnlich bei der Mineralogie abgehandelt, weil die Kenntniß der Krystallformen zur Erkennung der Mineralien von besonderer Wichtigkeit ist.

3. Absolutes Gewicht und Dichtigkeit (specifisches Gewicht) der Körper.

§. 7.

a. Den Druck, welchen ein Körper auf seine Unterlage, z. B. eine Wagschale, ausübt, und den man unmittelbar mit dem Druck von Gewichten vergleichen, also messen kann, nennt man sein absolutes Gewicht.

b. Vergleicht man die absoluten Gewichte verschiedener Körper von gleichem Rauminhalt (Volumen), z. B. die absoluten Gewichte je eines Cubikcentimeters Wasser, Zinn, Silber, Queckſilber und Gold, so findet man, daß das Gewicht des Wassers 1 Gramm, das des Zinns 7,291, — das des Silbers 10,474, — das des Queckſilbers 13,598, — das des Goldes 19,253 Gramm beträgt.

Im Zinn ist also 7,291, im Silber 10,474 u. s. w. mal so viel

wägbare Materie im gleichen Raum enthalten, als im Wasser; oder das Zinn ist 7,291, das Silber 10,474 mal so dicht als Wasser; oder, wenn man die Dichtigkeit des Wassers durch die Zahl 1 ausdrückt, so wird die des Zinns durch die Zahl 7,291, die des Silbers durch 10,474, die des Quecksilbers durch 13,598, die des Goldes durch 19,253 ausgedrückt.

Diese letztere Ausdrucksweise ist bei festen und flüssigen Körpern die allgemein angenommene. — Bei Gasen bedient man sich einer ganz analogen Bezeichnung, legt jedoch nicht die Dichtigkeit des Wassers, sondern die der Luft als Einheit zu Grunde.

Mit dem Ausdrucke Dichtigkeit ist der minder bezeichnende, aber allgemeiner gebrauchte »specifisches Gewicht« vollkommen gleichbedeutend.

c. Die Kenntniß des specifischen Gewichtes giebt, weil verschiedene Körper verschiedenes specifisches Gewicht haben, ein Hülfsmittel zur Charakterisirung und Unterscheidung derselben ab. — Die Methoden, das specifische Gewicht der Körper zu bestimmen, obgleich vom Chemiker häufig angewendet, gehören doch in das Gebiet der Physik.

B. Das innere Wesen der Körper (ihr Stoff).

1. Elemente. — Verbindungen. — Gemenge.

§. 8.

Alle in der Natur vorkommenden oder künstlich darstellbaren Körper lassen sich entweder in, ihrem Stoff nach, verschiedene Körper zerlegen, oder nicht. Die unzerlegbaren (genauer, die bis jetzt noch nicht zerlegten) heißen Grundstoffe, Elemente, — die zerlegbaren: Verbindungen oder Gemenge; Verbindungen, wenn sie in ihrer Masse gleichförmig, — Gemenge, wenn sie in ihrer Masse ungleichförmig sind.

Beispiele:

Elemente: Schwefel, Phosphor, Blei, Gold.
Verbindungen: Kochsalz, Kreide, Wasser.
Gemenge: Granit, Ackererde.

2. Zahl und Eintheilung der Elemente.

§. 9.

a. Die Zahl der Elemente ist keine ein für allemal gegebene, sondern sie ist abhängig von dem Standpunkte der Wissenschaft. Im Jahr 1821 kannte man 52, im Jahr 1833 54 Elemente. Gegenwärtig kennt man 63.

b. Wenn man sämmtliche Elemente betrachtet, so findet man in Hinsicht auf ihre Eigenschaften überaus große Verschiedenheiten. Manche leiten die Elektricität und die Wärme gut, besitzen einen spiegelnden Glanz u. s. w., anderen gehen diese Eigenschaften vollkommen ab. Die ersteren heißen Metalle, die letzteren Metalloide. Versucht man jedoch, alle Elemente in diese beiden Abtheilungen zu bringen, so geräth man bei einigen in Ungewißheit und Zweifel, weil sie in gewissem Sinne große Aehnlichkeit mit den ausgesprochenen Metallen, in anderem mit den ausgesprochenen Metalloiden zeigen, wie sich denn überhaupt in der Natur niemals scharfe Grenzen, sondern immer allmälige Uebergänge finden. — Trotzdem nimmt man (in Bezug auf die zweifelhaften Stoffe mit einer gewissen Willkühr) diese Eintheilung vor, um in das große Gebiet Uebersichtlichkeit zu bringen.

Wir ordnen die Elemente folgendermaßen:

Metalloide.	Metalle.		Metalle.	
1.	Bor.	1.	Aluminium.	26. Nickel.
2.	Brom.	2.	Antimon.	27. Niobium.
3.	Chlor.	3.	Arsen.	28. Norium.
4.	Fluor.	4.	Baryum.	29. Osmium.
5.	Jod.	5.	Beryllium.	30. Palladium.
6.	Kohlenstoff.	6.	Blei.	31. Pelopium.
7.	Phosphor.	7.	Cadmium.	32. Platin.
8.	Sauerstoff.	8.	Calcium.	33. Quecksilber.
9.	Schwefel.	9.	Cerium.	34. Rhodium.
10.	Selen.	10.	Chrom.	35. Ruthenium.
11.	Kiesel.	11.	Didym.	36. Silber.
12.	Stickstoff.	12.	Eisen.	37. Strontium.
13.	Wasserstoff.	13.	Erbium.	38. Tantal.
		14.	Gold.	39. Tellur.
		15.	Ilmenium.	40. Terbium.
		16.	Iridium.	41. Thorium.
		17.	Kalium.	42. Titan.
		18.	Kobalt.	43. Uran.
		19.	Kupfer.	44. Vanadium.
		20.	Lanthan.	45. Wismuth.
		21.	Lithium.	46. Wolfram.
		22.	Magnium.	47. Yttrium.
		23.	Mangan.	48. Zink.
		24.	Molybdän.	49. Zinn.
		25.	Natrium.	50. Zirkonium.

Von diesen 63 Elementen kommen nur die 35 mit gesperrter Schrift gedruckten in der Natur häufiger vor, und sind daher sowohl deshalb, als auch weil sie oder ihre Verbindungen im Leben meist ausgedehnte Anwendung finden, von allgemeinerem Interesse. — Die 28 übrigen sind nur für die reine Wissenschaft wichtig und können somit hier von unserer Betrachtung ausgeschlossen bleiben.

3. Eintheilung der Verbindungen.

a. Verbindungen der 1sten, 2ten ꝛc. Ordnung.

§. 10.

1) Verbindungen, in denen die einzelnen Elemente alle auf gleiche Art mit einander verbunden sind (genauer: verbunden zu sein scheinen) nennt man Verbindungen der ersten Ordnung.

Die Verbindungen der ersten Ordnung heißen binär, wenn sie zwei, ternär, wenn sie drei, quaternär, wenn sie vier verschiedene Elemente enthalten. — Wenn wir vier beliebige Elemente mit A, B, C und D bezeichnen, so wäre demnach (AB) eine binäre, (ABC) eine ternäre, (ABCD) eine quaternäre Verbindung der ersten Ordnung.

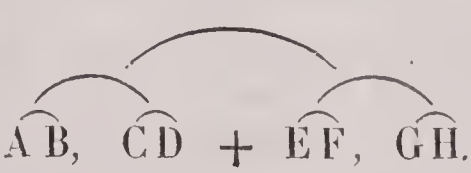
2) Treten zwei Verbindungen der ersten Ordnung zusammen, so entsteht daraus eine Verbindung der zweiten Ordnung.

Vereinigen sich also z. B. die Verbindungen der ersten Ordnung AB und CD mit einander, so entsteht — AB, CD — eine Verbindung zweiter Ordnung.

3) Tritt eine Verbindung der zweiten Ordnung mit einer andern der zweiten Ordnung (oder auch mit einer der ersten Ordnung) zusammen, so entsteht eine Verbindung der dritten Ordnung.

$$AB, CD + EF, GH$$

ist demnach ein Bild einer Verbindung dritter Ordnung. — In einer solchen denkt man sich somit die einzelnen Glieder also mit einander verbunden:



In übereinstimmender Weise entstehen auch Verbindungen der vierten Ordnung.

b. Unorganische und organische Verbindungen.

§. 11.

Alle Verbindungen, welche im Mineralreiche vorkommen, oder aus solchen durch chemische Processe erhalten werden können, heißen *unorganische Verbindungen*, — alle diejenigen hingegen, welche nur bei den Lebensprocessen der Pflanzen und Thiere gebildet werden, oder nur aus so entstandenen darstellbar sind, heißen *organische Verbindungen*. Um sich eine Vorstellung davon machen zu können, weshalb die organischen Verbindungen durch Kunst aus ihren Grundstoffen nicht darstellbar sind, nimmt man an, daß sie nur unter Mitwirkung einer besondern Kraft — der organischen Kraft oder Lebenskraft (wie wir sie oben genannt haben) — entstehen könnten.

Dritter Abschnitt.

Von der chemischen Anziehungskraft (chemischen Verwandtschaft).

A. Die Wirkung der chemischen Anziehungskraft bedingende oder abändernde Umstände.

§. 12.

a. Die chemische Anziehungskraft kann nur dann die Verbindung zweier Stoffe zu Stande bringen, wenn sie sich *berühren*. Eine Einwirkung in die Ferne läßt sich niemals beobachten.

b. Die chemische Anziehungskraft kann nur dann ihre Wirksamkeit äußern, wenn sie die ihrer Wirkung widerstrebenden Kräfte zu *überwinden* im Stande ist. Bei diesem Kampf mit entgegenwirkenden Kräften dienen ihr häufig andere Kräfte oder Imponderabilien als Bundesgenossen.

c. Wenn die chemische Anziehungskraft zwischen zwei Körpern in Thätigkeit ist, so wird hierdurch zuweilen veranlaßt, daß dieselbe auch zwischen zwei anderen Körpern thätig wird (daß sie die

widerstrebenden Kräfte überwindet), zwischen denen sie ohne diese Anregung nicht wirksam geworden wäre.

d. Ein vollständiges Zusammentreten von zwei (oder mehr) Körpern zu einer Verbindung kann die chemische Anziehungskraft nur dann bewirken, wenn den Körpern freie Beweglichkeit gestattet ist. — Bei Gasen erfolgt daher eine vollständige Vereinigung in der kürzesten Zeit, etwas minder schnell bei Flüssigkeiten, langsamer wenn nur ein Körper gasförmig oder flüssig und der andere fest ist. — Sind beide Körper fest, so erfolgt die Verbindung in der Regel nur an der Berührungsfläche, nicht aber in der ganzen Masse, z. B. wenn man Kupferfeile mit Schwefelpulver reibt. Das gebildete feste Schwefelkupfer verhindert in diesem Falle die weitere Berührung der noch unverbundenen Schwefel- und Kupfertheilchen. — Ist jedoch in solchen Fällen die entstehende Verbindung flüssig, wie dies z. B. stattfindet, wenn man Eis und Kochsalz zusammen stößt, so erfolgt vollständige Vereinigung, weil alsdann die Berührung der noch unverbundenen Theilchen durch die entstandene Verbindung nicht bleibend gehindert wird.

B. Die Wirkung der chemischen Anziehungskraft begleitende Erscheinungen.

§. 13.

Wenn durch die Wirkung der chemischen Anziehungskraft Körper sich vereinigen, so entsteht stets eine Temperaturveränderung, und zwar in minder häufigen Fällen eine Temperaturerniedrigung, z. B. bei der Vereinigung des Salmiaks mit Wasser, — in den meisten Fällen eine Temperaturerhöhung, z. B. bei der Verbindung des gebrannten Kalks mit Wasser. Steigert sich die Erhitzung so, daß die Körper erglühen, so sagt man, die Verbindung erfolge unter Feuererscheinung.

Die Erklärung dieser Erscheinungen giebt die Physik.

C. Die Erfolge der chemischen Verwandtschaft.

1. Mischungen. Chemische Verbindungen.

§. 14.

Die chemische Verwandtschaft äußert sich im Vereinigen von Körpern zu Verbindungen. — Die Mengenverhältnisse, welche zwischen den zusammentretenden Körpern stattfinden oder stattfinden können, bedingen es, ob man eine Verbindung Mischung oder eigentliche chemische Verbindung nennt.

I. Mischungen.

Vereinigt sich ein Körper mit einem andern in jedem Verhältniß (Wasser und Weingeist), oder wenigstens in allen Verhältnissen zwischen bestimmten von dem Wärmegrad abhängigen Grenzen (Kochsalz, Glaubersalz, Zucker mit Wasser), so ist die Verbindung eine Mischung.

Findet der letztere Fall Statt, und hat sich ein Körper A mit soviel von einem andern B verbunden, als er bei der gegebenen Temperatur, beispielsweise 10° C., aufnehmen kann, so sagt man, A sei bei 10° C. mit B gesättigt. — Den Punkt, bei welchem Sättigung eintritt, heißt man Sättigungspunkt. — Vereinigt sich ein fester Körper oder ein Gas mit einer Flüssigkeit zu einer Mischung, so sagt man in der Regel, die ersteren seien von der Flüssigkeit gelöst worden, und nennt die entstandene flüssige Mischung eine Lösung.

Körper, die sich mit einander zu Mischungen vereinigen, sind in der Regel mehr oder weniger gleichartig in ihrem Verhalten.

In einer Mischung finden sich diejenigen Eigenschaften der verbundenen Körper, welche von der Form unabhängig sind, z. B. Geschmack, Geruch, meist auch die Farbe, wieder.

II. Chemische Verbindungen.

Vereinigen sich Körper nur nach einem oder wenigen bestimmten Verhältnissen, die von der Temperatur unabhängig sind, so ist das Entstehende eine chemische Verbindung.

Körper, die sich mit einander zu chemischen Verbindungen vereinigen, sind in der Regel in ihrem Verhalten mehr oder weniger entgegengesetzt.

In einer chemischen Verbindung finden sich die Eigenschaften der Bestandtheile meistens nicht wieder. Eine solche zeigt in der Regel neue eigenthümliche Eigenschaften, die nicht daraus hervorgehen, daß sich die der Bestandtheile neben einander geltend machen.

a. Verbindungsgesetze.

§. 15.

Die Verhältnisse, in denen sich die Elemente zu chemischen Verbindungen vereinigen, lassen sich natürlicherweise durch Zahlen ausdrücken. Man findet diese Zahlen am leichtesten, wenn man die Verbindungen zerlegt und ihre Bestandtheile wägt.

Durch Ausführung solcher Versuche ist man in Betreff dieser Verhältnisse zu folgenden Resultaten gelangt:

1) Wenn sich ein Körper (nennen wir ihn A) mit einem andern B in mehreren Verhältnissen chemisch verbindet, so zeigen sich stets zwischen den in den verschiedenen Verbindungen enthaltenen Gewichtsmengen einfache Beziehungen. — Am häufigsten folgende:

1 A verbindet sich mit 1 B
1 A » » » 2 B
1 A » » » 3 B
1 A » » » 4 B
1 A » » » 5 B

oder auch

2 A verbinden sich mit 3 B
2 A » » » 5 B
2 A » » » 7 B.

2) Wenn man die Gewichtsmengen durch Zahlen ausdrückt, in welchen sich drei Körper, A, B und C mit einem vierten D vereinigen (falls sie in den niedrigsten Verhältnissen zusammentreten), so geben diese Zahlen auch die Verhältnisse an, in welchen sich A, B und C unter einander vereinigen (wenn sie sich in den niedrigsten Verhältnissen verbinden).

Hätte man z. B. gefunden, daß sich

1 Gramm A mit 2 Gramm B
1 » A mit 3 » C
1 » A mit 4 » D

verbindet, so wüßte man demnach auch, daß sich 2 Grm. B mit 3 Grm. C oder 4 Grm. D, und daß sich 3 Grm. C mit 4 Grm. D verbinden.

3) Vereinigt sich eine chemische Verbindung A B (entstanden aus je 1 Grm. A und 2 Grm. B) mit einer anderen chemischen Verbindung C D (entstanden aus je 3 Grm. C und 4 Grm. D) zu einer Verbindung zweiter Ordnung, so geschieht dies stets entweder in dem Verhältniß:

1 Grm. A		3 Grm. C
2 » B		4 » D
3 Grm. A B	zu	7 Grm. C D

oder aber in einem Verhältniß, welches zu dem angegebenen in einer einfachen Beziehung steht, z. B.:

3 Grm. AB mit 14 Grm. CD = 2 × 7
3 » AB » 21 » CD = 3 × 7
3 » AB » 28 » CD = 4 × 7
3 » AB » 35 » CD = 5 × 7

oder auch

6 Grm. AB (= 2 × 3) mit 21 Grm. CD (= 3 × 7).

Gleiches findet bei Bildung von chemischen Verbindungen dritter und vierter Ordnung Statt.

b. Aequivalente der Elemente.

§. 16.

Um sich über die Verbindungsverhältnisse der Elemente auf eine einfache Art verständigen zu können, ist man übereingekommen, sie durch diejenigen Zahlen auszudrücken, welche angeben, wie große Gewichtsmengen der verschiedenen Elemente sich mit 100 Theilen Sauerstoff verbinden (wenn sie sich damit im niedrigsten Verhältnisse vereinigen). Diese Zahlen heißt man Aequivalente *).

Man hat bei Aufstellung der Aequivalente als Grundlage den Sauerstoff gewählt, weil er das verbreitetste Element ist, und die Zahl 100 statt der Zahl 1, damit man nicht bei manchen Elementen als Aequivalentzahlen bloß Brüche bekommt **). —

Auf diese Art ist folgende Zahlentabelle entstanden ***):

Metalloide.

Bor	B . . .	136,31
Brom	Br. . . .	999,62
Chlor	Cl . . .	443,20
Fluor	F . . .	235,71
Jod	J . . .	1585,99
Kohlenstoff . .	C . . .	75,00
Phosphor . . .	P . . .	391,55

*) Gleichbedeutende Namen sind Mischungsgewichte, Verhältnißzahlen, Atomgewichte. Der letztere Namen verdankt sein Entstehen einer eigenthümlichen wissenschaftlichen Hypothese (Atomtheorie). Er ist deswegen weniger räthlich, weil nicht alle Chemiker mit diesem Namen denselben Begriff verbinden.

**) Andere Chemiker beziehen die Aequivalentzahlen auf 1 Theil Wasserstoff; es ist dies natürlicherweise willkürlich, man könnte sie auch auf 1 Theil Schwefel oder Phosphor ꝛc. beziehen.

***) Die seltner vorkommenden und für die Landwirthschaft ꝛc. unwichtigeren Elemente sind hier weggelassen. — Die hinter den Namen stehenden Zeichen werden erst in §. 18 erklärt.

Sauerstoff	O	100,00
Schwefel	S	200,00
Silicium	Si	184,88
Stickstoff	N	175,06
Wasserstoff	H	12,50.

Metalle.

Alumium	Al	170,42
Antimon	Sb	1612,90
Arsen	As	936,48
Baryum	Ba	854,85
Blei	Pb	1294,50
Calcium	Ca	250,00
Chrom	Cr	328,59
Eisen	Fe	350,00
Gold	Au	2458,83
Kalium	K	488,86
Kobalt	Co	368,44
Kupfer	Cu	396,00
Magnium	Mg	157,75
Mangan	Mn	344,44
Natrium	Na	287,17
Nickel	Ni	369,14
Platin	Pt	1233,50
Queckſilber	Hg	1250,90
Silber	Ag	1349,66
Strontium	Sr	545,60
Wismuth	Bi	2660,75
Zink	Zn	406,59
Zinn	Sn	735,30.

Von welcher Wichtigkeit die Kenntniß der Aequivalentzahlen in der gesammten Chemie ist, wird sich im Verlaufe auf's deutlichste herausstellen.

c. Aequivalente der chemischen Verbindungen.

§. 17.

Das Aequivalent einer Verbindung nennt man die Zahl, welche das kleinste Verhältniß ausdrückt, in dem sich die Verbindung mit anderen Körpern chemisch vereinigt. — Diese Zahl kann nie durch einen Vernunftschluß, sondern sie muß für jede einzelne Verbindung durch Versuche bestimmt werden, weil man, auch wenn das Verhältniß der Bestandtheile bekannt ist, nicht wissen kann, ob sich

z. B. 1 A mit 3 B oder 2 A mit 6 B oder 3 A mit 9 B zu einem Aequivalente der Verbindung vereinigen.

Die Aequivalentzahlen der Verbindungen müssen begreiflicher Weise mit den Aequivalentzahlen der Elemente in Einklang gebracht werden. Man kann demnach die gefundenen niedrigsten Verbindungsverhältnisse nicht durch an und für sich richtige, aber willkürlich gewählte, sondern nur durch diejenigen Zahlen ausdrücken, welche durch Addition der Aequivalentzahlen der Bestandtheile entstehen. Die Verhältnisse drückt man stets in möglichst kleinen Zahlen aus. — So kann man also das niedrigste Verhältniß, in dem sich Wasser (eine Verbindung von Wasserstoff und Sauerstoff) mit Kalk (einer Verbindung von Calcium mit Sauerstoff) vereinigt, nicht durch die an und für sich ganz richtigen Zahlen 1 : 3,12 ausdrücken, und 1 das Aequivalent des Wassers, 3,12 das des Kalks nennen, sondern nur durch die Zahlen 112,5 und 350,0, weil nur diese die Summe der Aequivalente der Bestandtheile (12,5 + 100 und 250,0 + 100) sind. — Wir sagen nur durch die Zahlen 112,5 und 350,0, denn auch die Zahlen 225 und 700 wären nicht der obigen Regel entsprechend, weil sie das Verhältniß nicht in den niedrigsten Zahlen ausdrücken, in denen es geschehen kann, ohne die Uebereinstimmung zu stören, welche zwischen den Aequivalentzahlen der Bestandtheile und denen der Verbindungen stattfinden muß. Die Zahl 112,5 ist somit das Aequivalent des Wassers, die Zahl 350 das des Kalks.

Daß es aber möglich sein muß, die gefundenen niedrigsten Verhältnisse, in denen sich Verbindungen vereinigen, in Zahlen auszudrücken, welche die Summen der Aequivalentzahlen ihrer Bestandtheile sind, versteht sich von selbst, denn das Gewicht einer Verbindung ist ja immer gleich den addirten Gewichten ihrer Bestandtheile, also auch das Aequivalentgewicht einer Verbindung gleich den addirten Aequivalentgewichten der Bestandtheile.

Aus dem Gesagten ergiebt sich, daß man nur bei denjenigen Verbindungen das Aequivalent bestimmen kann, welche sich mit anderen Körpern in bestimmten Verhältnissen vereinigen lassen.

d. Chemische Zeichen.

§. 18.

In vielen Fällen ist es wünschenswerth, die Verhältnisse, in denen sich Körper mit einander zu chemischen Verbindungen vereinigen, auf noch kürzere Weise, als durch Name und Zahl auszudrücken. Man hat daher Zeichen eingeführt, welche beide Begriffe (d. h. Name und Zahl) umfassen. Diese Zeichen sind meist aus den An-

fangsbuchstaben der lateinischen Namen gebildet, so bezeichnet z. B. O 100 Sauerstoff (Oxygenium) oder, was dasselbe ist, 1 Aeq. Sauerstoff, so H 12,5 Wasserstoff (Hydrogenium) oder, was dasselbe ist, 1 Aeq. Wasserstoff.

Die Zeichen aller für uns wichtigen Elemente finden sich auf der im vorigen Paragraphen aufgeführten Aequivalententafel zwischen Name und Zahl.

Der Gebrauch der chemischen Zeichen ist überaus bequem, da man sie ohne Mühe im Gedächtniß behalten, auch bei Auseinandersetzung chemischer Processe leicht übersehen kann. — Wie man die Zeichen der Elemente zu Formeln für die Verbindungen an einander reiht, aus denen sich deren Zusammensetzung sogleich ersehen läßt, wollen wir durch einige Beispiele erläutern.

Calciumoxyd (Kalk) besteht aus 1 Aeq. Calcium und 1 Aeq. Sauerstoff. Seine Formel ist demnach:

$$Ca\,O.$$

Sind von einem Elemente mehrere Aequivalente in einer Verbindung erster Ordnung enthalten, so wird die Zahl derselben dem Buchstaben rechts unten angehängt. Kohlensäure z. B. besteht aus 1 Aeq. Kohlenstoff und 2 Aeq. Sauerstoff. Ihre Formel ist demnach:

$$C\,O_2.$$

Bei Verbindungen der zweiten Ordnung trennt man die Verbindungen erster Ordnung, aus welchen sie bestehen, durch Komma. Kohlensaurer Kalk z. B. besteht aus 1 Aeq. Kalk und 1 Aeq. Kohlensäure. Seine Formel ist demnach:

$$Ca\,O,\ C\,O_2.$$

Sind in einer Verbindung der zweiten Ordnung von einer Verbindung der ersten Ordnung zwei oder mehr Aequivalente enthalten, so drückt man dies durch Zahlen aus, welche der Formel der betreffenden Verbindung erster Ordnung vorgesetzt werden. — Im sauren kohlensauren Kalk z. B. sind mit 1 Aeq. Kalk 2 Aeq. Kohlensäure verbunden. Seine Formel ist daher:

$$Ca\,O,\ 2\,C\,O_2.$$

Bei Verbindungen dritter oder noch höherer Ordnung trennt man die Verbindungen zweiter oder erster Ordnung, aus welchen sie bestehen, durch + Zeichen. Der Dolomit besteht z. B. aus 1 Aeq. kohlensaurem Kalk und 1 Aeq. kohlensaurem Magnesiumoxyd (Mg O). Seine Formel ist daher:

$$Ca\,O,\ C\,O_2 + Mg\,O,\ C\,O_2.$$

Sind in einer Verbindung dritter oder höherer Ordnung von

einer Verbindung zweiter Ordnung zwei oder mehrere Aequivalente enthalten, so schließt man die Formel derselben in Klammern ein und setzt die Zahl davor. — Der Conit z. B. besteht aus 1 Aeq. kohlensaurem Kalk und 3 Aeq. kohlensaurem Magnesiumoxyd. Seine Formel ist demnach:

$$CaO\,CO_2 + 3\,(MgO, CO_2).$$

N. B. Nicht alle Chemiker schreiben die Formeln der Verbindungen auf diese Weise, was es dem Anfänger sehr erschwert, sich in verschiedenen chemischen Werken zurecht zu finden. Diese Abweichungen alle aus einander zu setzen, kann nicht unsere Aufgabe sein; das aber sei bemerkt, daß viele mit Berzelius ein Aeq. Sauerstoff in Verbindungen durch einen Punkt bezeichnen, der über das Zeichen des Elements gesetzt wird, mit welchem er verbunden ist. Sie schreiben also z. B. die Formel des Kalks $\dot{C}a$, die des kohlensauren Kalks $\dot{C}a\,\ddot{C}$ ꝛc.

2. Zersetzung bestehender Verbindungen.

§. 19.

Die Zersetzung einer Verbindung ist stets davon abhängig, daß die Kraft (die chemische Verwandtschaft) überwunden werde, welche die verschiedenartigen Bestandtheile zum gleichartigen Ganzen verbunden hält.

Dieser Sieg kann errungen werden:

I. durch andere Kräfte oder durch Imponderabilien;

II. durch chemische Verwandtschaft selbst.

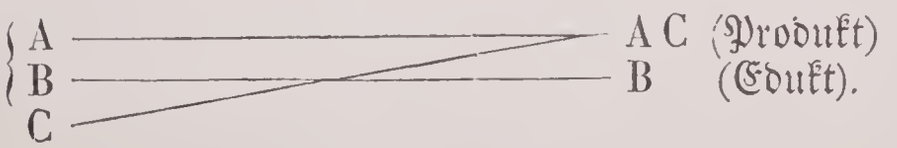
Was den Fall I. betrifft, so werden wir im Verlaufe häufige Beispiele dazu finden, namentlich Zersetzungen durch Wärme, Elektricität, Licht und Lebenskraft.

In Hinsicht auf II. sind vorzugsweise zwei verschiedene Fälle zu unterscheiden.

a. Zersetzung durch eine Aeußerung der chemischen Anziehungskraft (einfache Wahlverwandtschaft).

Mit einer Verbindung AB kommt ein Körper C in Berührung, der zu A größere Verwandtschaft hat, als B zu A, oder mit anderen Worten, der A stärker chemisch anzieht, als es von B angezogen wird.

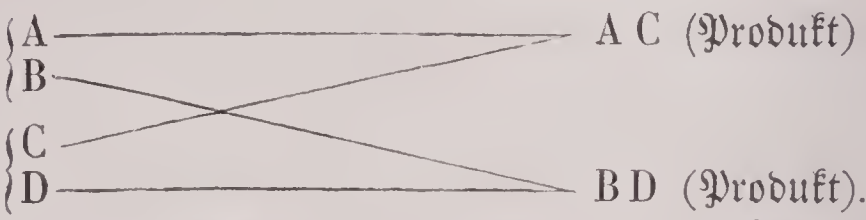
In diesem Falle entsteht eine neue Verbindung (ein Produkt), AC, und B (ein Edukt) wird ausgeschieden.



b. Zersetzung durch zwei gleichzeitige Aeußerungen der chemischen Anziehungskraft (doppelte Wahlverwandtschaft).

Zu einer Verbindung AB kommt eine Verbindung CD. — Die Summe der chemischen Anziehungskräfte zwischen A und C und zwischen B und D ist größer als die Summe der chemischen Anziehungskräfte, welche A mit B und C mit D verbinden.

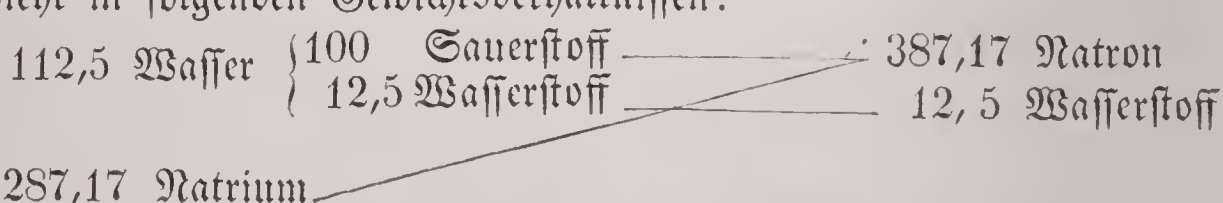
In dem Falle entstehen zwei neue Verbindungen (Produkte) AC und BD



Von diesen Zersetzungsweisen abweichende Fälle werden da, wo sie im Verlaufe vorkommen, erklärt werden.

Die chemische Anziehung zwischen zwei Körpern ist eine unter allen Umständen sich gleich bleibende Größe. Man hat jedoch nicht zu vergessen, daß diese Größe oft dadurch scheinbar vergrößert oder verringert werden kann, daß andere Kräfte oder Imponderabilien die chemische Verwandtschaft in ihrer Wirkung unterstützen oder beeinträchtigen.

Die Zersetzung der Verbindungen erfolgt begreiflicherweise in denselben Gewichtsverhältnissen, wie die Vereinigung der Körper, wie schon daraus zu ersehen ist, daß bei den meisten Zersetzungen neue Verbindungen entstehen. Die Gewichtsverhältnisse der ein- und austretenden Körper werden also immer durch ihre Aequivalentzahlen oder durch Vielfache derselben ausgedrückt. Wir werden z. B. unten sehen, daß sich Wasser zersetzt, wenn es mit manchen Metallen, z. B. mit Natrium in Berührung kommt, sein einer Bestandtheil (Wasserstoff) wird frei, sein anderer (Sauerstoff) vereinigt sich mit Natrium zu einer Verbindung, die man Natron nennt. Diese Zersetzung geschieht in folgenden Gewichtsverhältnissen:



Dies Beispiel mag einstweilen das allgemein Gesagte verständlicher machen.

Zweite Abtheilung.

Die Elemente und ihre unorganischen Verbindungen.

Erſter Abſchnitt.

Die Metalloide und ihre unorganiſchen Verbindungen.

---

1. Sauerſtoff.

§. 20.

a. Vorkommen. Der Sauerſtoff findet ſich überaus verbreitet in der ganzen Natur, und von allen Elementen in der größten Menge. Man ſchätzt, daß ein Drittel der ganzen Erde Sauerſtoff ſei. — Er kommt meiſtens verbunden, zuweilen auch nur gemengt mit anderen Körpern vor. Das Waſſer und der größte Theil der Mineralien ſind Sauerſtoff-Verbindungen, die Luft iſt ein Sauerſtoff-Gemenge. Das Waſſer enthält, dem Gewichte nach, 89, die Luft 23 Procente Sauerſtoff. Derſelbe iſt ferner ein faſt nie fehlender Beſtandtheil aller Thier- und Pflanzenſtoffe.

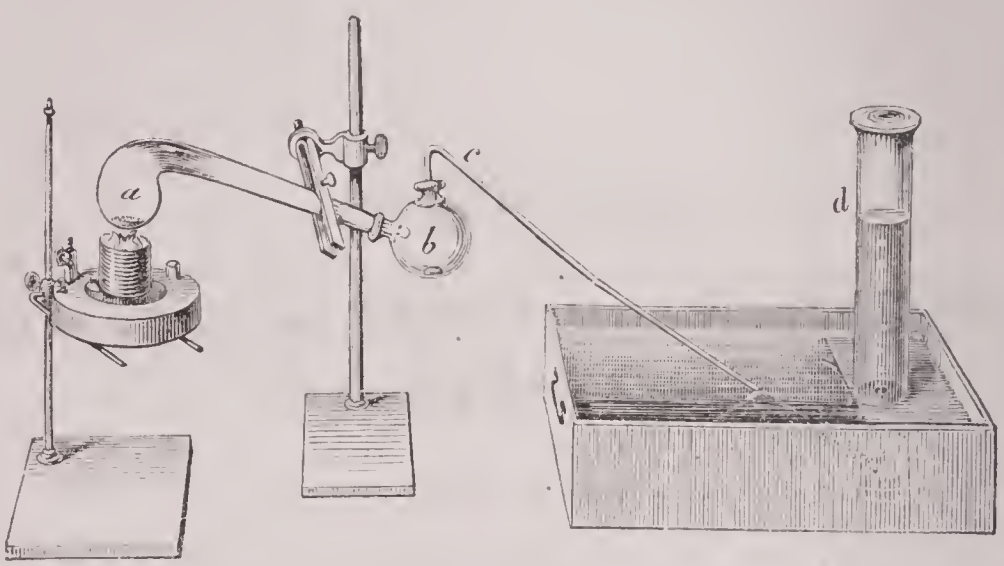
b. Darſtellung. Um die Eigenſchaften des Sauerſtoffs erforſchen zu können, muß man ihn in reinem Zuſtande darſtellen. Es gelingt dies durch Zerſetzung von vielen ſeiner Verbindungen. Manche werden ſchon durch bloßes Erhitzen zerlegt; dieſe ſind zur Gewinnung des Sauerſtoffs die geeignetſten.

Am leichteſten zu verſtehen iſt der Zerſetzungsproceß bei den Verbindungen der edlen Metalle (Gold, Silber, Platin, Queckſilber) mit Sauerſtoff. Setzt man dieſe einer beträchtlichen Hitze aus, ſo trennt ſich ſogleich der Sauerſtoff von dem Metall. Der Sauerſtoff entweicht gasförmig, das Metall bleibt blank und rein zurück. Hat man jedoch die Sauerſtoffverbindung des Queckſilbers gewählt, ſo bleibt Nichts zurück, weil das Queckſilber in der Hitze gleichfalls in Gas verwandelt wird. Da aber das Queckſilbergas beim Abkühlen

sich wieder zu flüssigem Queckſilber verdichtet, ſo kann man es auf eine leichte Weiſe zurückhalten.

Erhitzt man z. B. die Sauerſtoffverbindung des Queckſilbers in dem Glasgefäße (der Retorte) *a*, Fig. 1, und leitet die bei der

Fig. 1.



Zerſetzung in Freiheit geſetzten Gaſe, Sauerſtoffgas und Queckſilbergas, in die kalte Glaskugel *b*, ſo verdichtet ſich in derſelben das letztere zu flüſſigem Queckſilber, während das Sauerſtoffgas durch die Röhre *c* entweicht. Leitet man dieſe Röhre unter Waſſer, ſo ſieht man die Gasblaſen deutlich aufſteigen, und ſtülpt man über die Oeffnung der Röhre *c* ein mit Waſſer gefülltes Gefäß *d*, ſo ſammeln ſich die aufſteigenden Gasblaſen in demſelben an und erfüllen es, indem ſie das Waſſer herausdrängen, allmälig ganz. — Will man das Sauerſtoffgas ganz rein haben, ſo muß man es nicht gleich anfangs auffangen, weil es da noch mit der in den Glasgefäßen enthalten geweſenen atmoſphäriſchen Luft gemengt iſt, ſondern erſt nach einiger Zeit.

Vortheilhafter als aus den Sauerſtoffverbindungen der edlen Metalle ſtellt man den Sauerſtoff durch Erhitzen des Braunſteins oder des chlorſauren Kali's dar. Dieſe Verbindungen und die Art, wie ſie in der Hitze, unter Entwicklung von Sauerſtoff, Zerſetzung erleiden, werden wir in der Folge kennen lernen.

c. Eigenſchaften. Der Sauerſtoff iſt ein farbloſes, geruchloſes und geſchmackloſes Gas. Ihn in einen andern Aggregatzuſtand (flüſſige oder feſte Form) überzuführen, iſt bis jetzt nicht gelungen. Das ſpecifiſche Gewicht des Sauerſtoffgaſes iſt = 1,1026, es iſt alſo etwas dichter als atmoſphäriſche Luft. Es iſt nicht brennbar. In Waſſer iſt es nur in geringem Grade löslich. Es unterhält das Athmen und Verbrennen (d. h., Thiere können darin athmen, eine

Kohle oder dergl. darin brennen) und steigert die Energie beider Processe. So entzündet sich z. B. ein glimmender Span darin sogleich und brennt mit sehr lebhafter Flamme. Desgleichen kann man die größere Heftigkeit des Verbrennungsprocesses deutlich beobachten, wenn man brennenden Schwefel, glühende Stahlfedern, glimmende Kohlen ꝛc. hineinbringt.

d. Aequivalent, Zeichen, Name. Die Aequivalentzahl des Sauerstoffs ist 100. Das Zeichen für 100 Sauerstoff, = 1 Aequivalent Sauerstoff, O (der Anfangsbuchstabe des lateinischen Namens Oxygenium). — Der Name Sauerstoff ging aus der früher herrschenden Ansicht hervor, daß der in Frage stehende Körper allein fähig sei, Säuren zu erzeugen. — Die Ansicht wurde später widerlegt, den Namen aber behielt man bei.

c. Verbindungen.

I. Allgemeine Verhältnisse.

§. 21.

Der Sauerstoff kann sich mit allen übrigen Elementen zu chemischen Verbindungen vereinigen. Dieselben nennt man Sauerstoffverbindungen oder Oxyde. — Sich oxydiren heißt daher soviel als sich mit Sauerstoff chemisch verbinden. Den Akt der Vereinigung nennt man Oxydation. — Das Gewicht eines Oxyds ist immer gleich dem Gewicht des oxydirten Körpers sammt dem des Sauerstoffs, der die Oxydation bewirkt hat.

Wenn sich ein Körper oxydirt, so geschieht dies stets unter Wärmeentwicklung. Die Quantität der bei der Oxydation verschiedener Körper frei werdenden Wärme ist nicht gleich, sondern verschieden; bei der Oxydation eines und desselben Körpers aber ist sie gleich und unveränderlich, soferne die Oxydation bis zu gleichem Grade vorschreitet.

Wenn sich also 1 Pfd. Kohle vollständig oxydirt, so wird dabei in allen Fällen eine und dieselbe Wärmemenge in Freiheit gesetzt.

Die Oxydation eines Körpers kann je nach Umständen rasch oder langsam verlaufen. Im ersten Falle wird die ganze Menge der frei werdenden Wärme in kurzer Frist, im letzteren in einem längeren Zeitraum entwickelt. Dies die Ursache, warum sich die Intensität der Wärme bald bis zum Erglühen der sich oxydirenden Körper und der schon gebildeten Oxyde steigert, bald kaum wahrnehmbar ist.

Oxydirt sich nun ein Körper unter Feuererscheinung, so sagen wir, er verbrenne; der Akt der so erfolgenden Oxydation heißt

Verbrennung; die entstehenden Oxyde heißen im Allgemeinen *Verbrennungsprodukte*. — Sind diese, oder auch die zur Verbrennung kommenden Körper, gasförmig, so daß also das Erglühende Gase sind, so sagt man, die Körper verbrennen mit *Flamme*.

Oxydirt sich hingegen ein Körper ohne Feuererscheinung, so sagen wir, er *oxydire sich langsam*, er *verwese*, er *roste*. (Verwesen sagt man hauptsächlich bei Thier- und Pflanzen-Substanzen, — rosten bei Metallen).

Zur Ermöglichung des Oxydationsprocesses ist stets eine bestimmte Temperatur erforderlich, welche bei verschiedenen Körpern verschieden ist. — Bei denjenigen Körpern, welche langsamer wie rascher Oxydation fähig sind, beobachtet man, daß sie bei einer niederen Temperatur sich langsam oxydiren, bei einer höheren verbrennen. Der Temperaturgrad, bei welchem die Verbrennung eines Körpers beginnt, heißt seine *Entzündungstemperatur*, — die Wärmemenge, welche bei seiner Verbrennung in Freiheit gesetzt wird, seine *Verbrennungshitze*. — Ein an einer Stelle bis zu seiner Entzündungstemperatur erhitzter Körper brennt dann fort, wenn die Verbrennungshitze hinreicht, die anstoßenden Theile bis zur Entzündungstemperatur zu erwärmen, im andern Falle erlischt er.

Bringt man ein Thier in Sauerstoffgas, so setzt es das Athmen nicht allein ungehindert, sondern sogar mit so großer Lebhaftigkeit fort, daß es diese Steigerung seines Lebensprocesses ohne Gefahr schneller Aufreibung nicht auf die Dauer ertragen kann. — Untersucht man die von ihm ausgeathmete Luft, so findet man, daß sie nicht mehr reines Sauerstoffgas ist, sondern ein Gemenge von Sauerstoffgas mit einer gasförmigen Sauerstoffverbindung, die wir später unter dem Namen Kohlensäure werden kennen lernen. — Man schließt aus dieser Erscheinung, daß der Athmungsproceß ein Oxydationsproceß sein müsse, und weiter, daß in Folge dessen der Athmungsproceß eine Entwicklung von Wärme im Thierkörper veranlassen müsse.

Die atmosphärische Luft unterhält, wie wir wissen, die Processe des Verbrennens, Verwesens, Rostens, Athmens ebenfalls. — Die hierbei entstehenden Produkte sind mit denen übereinstimmend, welche beim Verbrennen, Verwesen, Rosten, Athmen in Sauerstoffgas entstehen. Es sind Oxyde. Wir schließen daraus mit Recht, daß die atmosphärische Luft Sauerstoff enthalten müsse; aus dem Umstande aber, daß die genannten Processe in der atmosphärischen Luft nicht mit derselben Schnelligkeit und Energie verlaufen, wie in Sauerstoffgas, ersehen wir, daß die atmosphärische Luft kein reines Sauerstoffgas sein könne.

Auch auf Kosten gebundenen Sauerstoffs können Verbrennungen erfolgen. Erhitzt man z. B. Kohle mit einem von den Körpern, die wir (weil sie beim Erhitzen Sauerstoffgas liefern) schon als Sauerstoffverbindungen kennen (Silberoxyd, Queckſilberoxyd, Braunstein, chlorsaures Kali ꝛc.), so verbrennt die Kohle. (Der Versuch mit chlorsaurem Kali darf nur von geübter Hand angestellt werden.)

II. Eintheilung und Benennung der Sauerstoffverbindungen erster Ordnung.

§. 22.

Wenn man die Verbindungen des Sauerstoffs mit den andern Elementen einer genaueren Betrachtung unterwirft, so findet man, daß sie sich in gewisse natürliche Gruppen ordnen lassen, und zwar in drei: in saure, basische und indifferente Oxyde.

1) Saure Oxyde oder Sauerstoffsäuren. Dieselben sind mit wenigen Ausnahmen in Wasser löslich, die meisten haben einen sauren Geschmack und röthen blaue Pflanzenfarben, alle vereinigen sich mit den Oxyden der Metalle (wenigstens mit den niedrigeren Oxydationsstufen derselben) zu chemischen Verbindungen. — Sauerstoffsäuren gehen vorzugsweise aus der Verbindung der Metalloide mit Sauerstoff hervor.

2) Basische Oxyde oder Sauerstoffbasen. Dieselben sind zum Theil in Wasser löslich, zum Theil darin unlöslich. Die löslichen, welche man Alkalien nennt, haben einen laugenhaften Geschmack, bräunen die gelbe Farbe der Curcumawurzel und stellen die Farbe durch Säuren gerötheter blauer Pflanzenpigmente wieder her.*) Sie zeigen den Charakter der Basen am deutlichsten. — Alle basischen Oxyde verbinden sich mit Säuren zu chemischen Verbindungen.

Sauerstoffbasen gehen vorzugsweise aus der Vereinigung von Metallen mit Sauerstoff hervor.

Die beim Zusammentreten von Sauerstoffbasen mit Sauerstoffsäuren entstehenden chemischen Verbindungen zweiter Ordnung heißen Sauerstoffsalze. Sie zeigen, wie dies schon in dem Begriff einer chemischen Verbindung liegt, weder die Eigenschaften der Säuren noch der Basen, sondern neue, ihnen eigenthümliche.

3) Indifferente Oxyde. So nennt man diejenigen Sauerstoffverbindungen erster Ordnung, welche weder den Charakter der Säuren, noch den der Basen haben. — Diejenigen indifferenten Oxyde,

*) Von einem Körper, der auf Pflanzenfarben wie eine Säure wirkt, sagt man, er reagire sauer, — von einem, der darauf wie ein Alkali wirkt, er reagire alkalisch oder basisch.

welche durch Aufnahme von Sauerstoff zu Basen werden, nennt man Suboxyde (Unteroxyde), diejenigen welche durch Abgabe von Sauerstoff zu Basen werden, Hyperoxyde oder Superoxyde (Ueberoxyde).

Was die Bildung der Namen betrifft, welche die verschiedenen Säuren und Basen erhalten, so hat man folgende allgemeine Regeln zu merken:

a. Namen der Sauerstoffsäuren.

Verbindet sich ein Element nur in einem Verhältniß mit Sauerstoff zu einer Säure, so hängt man dem Namen des Elements das Wort Säure an.

Z. B.: Bor-Säure, Kiesel-Säure.

Bildet ein Element zwei Sauerstoffsäuren, so bezeichnet man die mit dem größten Sauerstoffgehalt, wie eben erwähnt, — die mit dem geringeren aber, indem man zum Namen des Elements die Silben »ige« anhängt und das Wort Säure zufügt.

Z. B. Selen-ige Säure.
Selen-Säure.

Bildet ein Element drei oder vier Sauerstoffsäuren, so werden zur Unterscheidung die Silben »unter« und »über« den eben besprochenen Namen vorgesetzt.

Z. B.: Unter-schwefel-ige Säure.
Schwefel-ige Säure.
Unter-schwefel-Säure.
Schwefel-Säure.
oder: Jod-ige Säure.
Jod-Säure.
Ueber-jod-Säure.

Welche von den Oxydationsstufen jedoch den bloßen Namen Säure, welche den Namen ige Säure, Unter- oder Ueber-Säure ꝛc. bekommt, ist mehr oder weniger willkürlich und nur durch Uebereinkunft festgestellt.

b. Namen der Sauerstoffbasen.

Bildet ein Element mit Sauerstoff nur eine basische Verbindung, so wird das Wort Oxyd an den Namen des Elements gehängt.

Z. B.: Zink-Oxyd.

Bestehen zwei basische Verbindungen eines Elements, so heißt die mit dem größten Sauerstoffgehalt Oxyd, die mit dem geringeren Oxydul.

Z. B.: Eisen-Oxydul.
Eisen-Oxyd.

Bestehen drei, wie z. B. beim Zinn, so entsteht folgende Reihe:

Zinn-Oxydul.
Zinn-Sesquioxyd.
Zinn-Oxyd.

III. Eintheilung und Benennung der Sauerstoffverbindungen höherer Ordnung.

§. 23.

Sauerstoffsalze entstehen, wie wir oben gesehen haben, bei chemischer Vereinigung von Sauerstoffbasen mit Sauerstoffsäuren. Man unterscheidet neutrale, basische und saure Sauerstoffsalze. — Es ist wichtig, sich genaue Kenntniß der Begriffe zu verschaffen, welche mit diesen Namen verbunden sind.

Der Begriff eines neutralen Salzes ist abgeleitet von den Verbindungen, welche die Basen von ausgesprochenstem Charakter, die laugenhaft schmeckenden und basisch reagirenden Alkalien, mit den Säuren von ausgesprochenstem Charakter, den löslichen, stark sauer schmeckenden und reagirenden Säuren, eingehen. Vereinigt man nämlich ein Alkali mit einer derartigen Säure in solchem Verhältniß, daß weder Reaktion und Geschmack der Säure, noch der Base mehr zu erkennen ist, so nennt man diesen Zustand *neutral* und das so gebildete Salz ein *neutrales Salz*. Diesen Begriff hat man auch auf die Salze der unlöslichen Basen übertragen, bei welchen durch Lackmus- und Curcumapapier, oder durch den Geschmack, der Zustand der Neutralität nicht beobachtet werden kann.

Die Erfahrung hatte nämlich gelehrt, daß, wenn man ein bestimmtes Quantum einer starken Säure, nennen wir sie A, mit einem Alkali a, dann mit einem b, c, d u. s. w. zu erkennbar neutralen Salzen verbindet, von den einzelnen Alkalien verschiedene Mengen erforderlich sind; daß aber das Sauerstoffquantum, welches in den verwendeten Portionen enthalten ist, sich stets als völlig gleich erweist. Setzen wir den Fall, man hätte für die Säure A als Verhältniß, in dem der Sauerstoff in den verwendeten Alkalimengen zu ihrem eignen Sauerstoffgehalt steht, 1 : 3 gefunden, so würden alle diejenigen Salze, welche die Säure A mit anderen Basen bildet, ebenfalls neutral zu nennen sein, in welchen das Verhältniß zwischen Sauerstoff in Base und Säure gleichfalls 1 : 3 ist, und wenn sie auch noch so sauer schmecken und reagiren.

Das sich gleichbleibende Verhältniß nun, welches zwischen dem Sauerstoff der Base und Säure in neutralen Salzen besteht, und

welches man in der Regel durch einen Bruch ausdrückt, dessen Zähler den Sauerstoff der Base, dessen Nenner den Sauerstoff der Säure angiebt, nennt man die Sättigungscapacität der Säure. Von der Säure A wäre dieselbe demnach $\frac{1}{3}$. Bei einer Säure B hätten wir dieselbe vielleicht $= \frac{1}{2}$, bei einer Säure C $= \frac{1}{5}$ u.s.w. gefunden. Die Sättigungscapacität der verschiedenen Säuren ist demnach nicht gleich, sondern verschieden. Es ist wichtig, dieselbe zu kennen, wir werden sie daher bei allen bemerkenswertheren Säuren anführen.

Man muß sich bei den Begriffen Neutralität und Sättigungscapacität stets daran erinnern, daß man sie nur durch Sättigung der freien Säure mit einem Alkali finden kann, und daß man das bei diesem Versuch festgestellte Verhältniß alsdann erst als Maßstab an diejenigen Salze anlegt, welche durch Verbindung derselben Säure mit Basen von weniger ausgesprochenem Charakter entstehen.

Einige schwächere Säuren aber (z. B. die Kohlensäure, die wir in Kurzem werden kennen lernen) vermögen die basischen Eigenschaften der stärkeren Alkalien nicht aufzuheben, so daß also bei ihnen die vorhin erwähnten Prüfungsmittel der Neutralität (Reaktion und Geschmack) nicht anwendbar sind. Bei solchen nennt man nach getroffener Uebereinkunft diejenigen Verbindungen neutral, welche sich am schwierigsten zersetzen lassen, in denen also Basis und Säure am festesten verbunden scheinen. Von diesen festesten Verbindungen nimmt man alsdann auch den Begriff der Sättigungscapacität für diese Säuren ab.

Der Begriff eines neutralen Salzes wäre somit festgestellt. — Basische Salze nun sind solche, welche mehr, saure Salze solche, welche weniger Basis enthalten, als das neutrale oder, was dasselbe mit anderen Worten ist, als der Sättigungscapacität der Säure entspricht. In den basischen Salzen herrscht demnach im Verhältniß zum neutralen die Basis, — in den sauren die Säure vor, daher die Benennung.

Vereinigt sich ein Sauerstoffsalz mit einem andern, so entsteht ein Sauerstoffdoppelsalz, eine Verbindung der dritten Ordnung.

Die Namen der neutralen Salze bildet man, indem man den Namen der Säure zum Beiwort, den der Basis zum Hauptwort macht; so entsteht zum Beispiel aus Schwefelsäure und Kalk (Calciumoxyd) das Salz: schwefelsaurer Kalk. — Bei basischen und sauren Salzen setzt man der nach angegebener Weise gebildeten Benennung die Wörter basisch oder sauer vor, z. B. basisch schwefelsaures Eisenoxyd, saurer phosphorsaurer Kalk.

2. Wasserstoff.

§. 24.

a) Vorkommen. Der Wasserstoff findet sich nicht in reinem Zustande in der Natur, sondern stets verbunden mit anderen Elementen. Die verbreitetsten Wasserstoffverbindungen sind: vor Allem das Wasser, die häufigste von allen, ferner die Bestandtheile der Thiere und Pflanzen, welche fast ohne Ausnahme Wasserstoff enthalten.

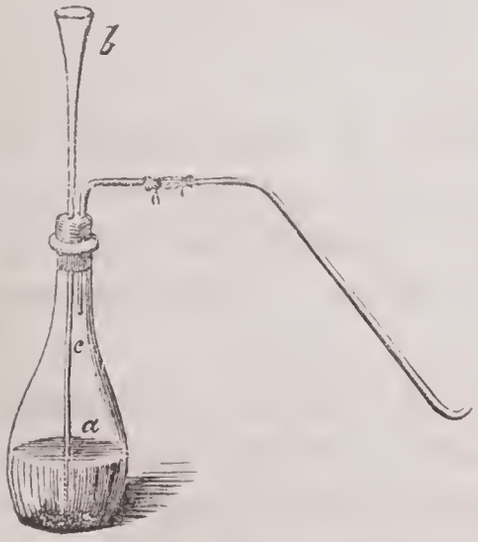
b) Darstellung. Die Darstellung des Wasserstoffs gelingt am leichtesten durch Zerlegung des Wassers. Leitet man z. B. Wasserdämpfe über glühendes Eisen (durch einen mit Eisendraht gefüllten, im Feuer liegenden Flintenlauf), so erhält man gasförmigen Wasserstoff. Der Eisendraht bleibt hierbei nicht unverändert, sondern er verwandelt sich in einen Körper, der mit dem vollkommen übereinstimmt, den man durch Verbrennen des Draths in Sauerstoffgas erhält; mit anderen Worten, er verwandelt sich in eine Sauerstoffverbindung des Eisens. — Wir erkennen daraus:

1) daß das Wasser Sauerstoff und Wasserstoff enthalten müsse,

2) das es kein weiteres Element enthalten könne,

und machen den Schluß, daß wir wie durch Eisen, so durch jedes andere Mittel aus dem Wasser den Wasserstoff werden abscheiden können, welches sich mit dem Sauerstoff des Wassers zu einem nicht gasförmigen Körper zu verbinden fähig ist. — Dieser Schluß findet sich in Wirklichkeit bestätigt. — So erhält man Wasserstoff, wenn man Kalium oder Natrium bei gewöhnlicher Temperatur, oder Zink bei Glühhitze mit Wasser in Berührung bringt, so wenn man Zink mit Wasser und Schwefelsäure übergießt ꝛc. — In allen diesen Fällen entstehen Sauerstoffverbindungen der angewendeten Metalle. — Die letzt angegebene Methode ist zur Darstellung größerer Mengen von Wasserstoff die bequemste. Man wendet den in Fig. 2 dargestellten Apparat an.

Fig. 2.



Der Kolben *a* enthält Zink und Wasser, durch *b* schüttet man Schwefelsäure, aus *c* entwickelt sich reines Wasserstoffgas, nachdem durch das erstkommende die Luft aus dem Kolben ausgetrieben ist. Dasselbe kann eben so wie das Sauerstoffgas über Wasser aufgefangen werden. — Eine nähere Erklärung dieses Processes soll beim Zink gegeben werden.

c) Eigenschaften. Der Wasserstoff ist ein farbloses, geruchloses und geschmackloses Gas. Ihn in einem andern Aggregatzustande zu erhalten ist bis jetzt nicht gelungen. — Das Wasserstoffgas ist von allen Gasen (und somit auch Körpern) das leichteste, sein spec. Gew. beträgt nur 0,0693. Es ist demnach fast 14½ mal leichter als die atmosphärische Luft, denn $^1/_{0,0693} = 14{,}4$; daher seine Anwendung zur Füllung der Luftballons. — Es ist leicht entzündlich und brennt mit blasser, kaum leuchtender Flamme. In Wasser ist es wenig löslich. — Brennende Körper erlöschen, Thiere sterben darin sogleich, denn zum Verbrennungs- und Athmungsproceß ist Sauerstoff erforderlich. Mit Sauerstoffgas gemischt läßt es sich eine Zeit lang ohne Nachtheil einathmen.

d. Aequivalent, Zeichen, Name. Die Aequivalentzahl des Wasserstoffs ist 12,5. Das Zeichen für 12,5 Wasserstoff = 1 Aeq. Wasserstoff, H (der Anfangsbuchstabe des lateinischen Namens, Hydrogenium). — Der Name Wasserstoff ist zusammengezogen aus: Wasser bildender Stoff.

e. Verbindungen. Der Wasserstoff verbindet sich bei weitem nicht mit allen Elementen und nur mit wenigen direkt (d. h. bei Berührung des reinen Wasserstoffs mit dem andern Elemente in reinem Zustande).

Wasserstoff und Sauerstoff.

Wasserstoff und Sauerstoff vereinigen sich in zwei Verhältnissen zu chemischen Verbindungen. Die mit dem geringeren Sauerstoffgehalt heißt Wasserstoffoxyd oder Wasser, die mit dem größeren Wasserstoffhyperoxyd.

Von diesen Verbindungen ist für uns die zweite ohne besonderes Interesse, von um so größerem aber die erste.

Wasser.

§. 25.

a. Vorkommen. Das Wasser kommt in allen Reichen der Natur vor. Wir finden es als Wasserdampf in der Luft verbreitet, als Regen-, Quell-, Fluß-, Meer-Wasser, als Eis und Schnee, in den Säften der Pflanzen und Thiere, in Verbindung mit Oxyden, Salzen ꝛc. im Mineralreich.

b. Darstellung. Wenn man die Bestandtheile des Wassers, Wasserstoffgas und Sauerstoffgas, mit einander in Berührung bringt, z. B. ein Gemenge derselben bei gewöhnlicher Temperatur in einer Flasche stehen läßt, so vereinigen sie sich nicht. Wir denken uns,

weil die chemische Anziehungskraft unter diesen Umständen nicht im Stande sei, die entgegenwirkenden Kräfte zu überwinden, und machen den Schluß, daß die Vereinigung stattfinden müsse, entweder wenn wir die erste Kraft verstärkten oder wenn wir die letzteren verringerten. In diesem Sinne hat man die Wirkung der Mittel aufzufassen, welche die Erfahrung als Vereinigungsmittel der beiden Gase kennen gelehrt hat. — Solche sind: Erhöhte Temperatur, der elektrische Funke, fein zertheiltes Platin, verwesende organische Körper ꝛc. Auf der bei erhöhter Temperatur erfolgenden Vereinigung beruht die Entzündlichkeit und das Fortbrennen des Wasserstoffgases, wenn es in Sauerstoffgas oder Luft ausströmt. — Hierbei entsteht gasförmiges Wasser, welches sich, mit kalten Körpern in Berührung, zu flüssigem Wasser verdichtet. — Die Verbindung erfolgt unter schwacher Licht-, aber sehr starker Wärmeentwicklung. — Letztere veranlaßt die von heftigem Knall und zertrümmernder Wirkung begleiteten Explosionen, welche stattfinden, wenn ein Gemenge von Wasserstoffgas und Sauerstoffgas (sogenanntes Knallgas) entzündet wird und die von dem auf's höchste erhitzten Wasserdampf hervorgebracht werden.

Läßt man aus zwei ganz nahe bei einander ausmündenden gleichlaufenden Röhren aus der einen Wasserstoff-, aus der andern Sauerstoffgas ausströmen, ungefähr in dem Verhältniß, in welchem sie Wasser bilden, so mischen sich die beiden Gase beim Austreten und geben angezündet eine Flamme von solcher Hitze, daß darin Körper schmelzen, welche sonst auf keine Art geschmolzen werden können.

Die Leuchtkraft der entstehenden Flamme jedoch ist sehr gering; hält man aber ein Stückchen Kalk hinein oder einen andern geeigneten festen Körper, so entsteht eine außerordentliche Helle. Diese Erscheinung führt zu dem Schluß, daß Gase, auch wenn sie noch so glühend sind, nur wenig leuchten, daß vielmehr ein helles Licht bloß von glühenden festen Körpern ausgehen könne. Diesen Schluß werden wir im Verlaufe überall bestätigt finden.

Das Wasser kann jedoch auch noch auf andere Art dargestellt werden, als durch Vereinigung seiner beiden Bestandtheile im reinen Zustande. So entsteht Wasser, wenn man Wasserstoffgas mit gewissen Sauerstoffverbindungen in der Glühhitze in Berührung bringt, z. B. beim Ueberleiten von Wasserstoffgas über glühendes Kupferoxyd, Eisenoxyd ꝛc. — Bei diesen Processen werden die von ihrem Sauerstoff getrennten Metalle in reiner Form abgeschieden. Da der Begriff, »einem Körper seinen Sauerstoff entziehen,« in der Chemie häufig vorkommt, so hat man dafür den kürzeren Aus-

druck »reduciren« eingeführt. Der Akt des Reducirens heißt Reduction.

Bei chemischen Versuchen braucht man überaus häufig reines Wasser. Dies stellt man sich aber nicht aus seinen Bestandtheilen dar, sondern man benutzt entweder in reinen Gefäßen aufgefangenes Regen- oder Schneewasser, welches bis auf einen kleinen Gehalt an Luft vollkommen rein ist, oder man reinigt Fluß- oder Quellwasser durch Destillation, siehe unten.

c. Eigenschaften. Das Wasser ist ein farbloser, geruchloser und geschmackloser, bei gewöhnlicher Temperatur flüssiger Körper. Bei einer gewissen höheren Temperatur verwandelt es sich in Wassergas (Wasserdampf), bei einer gewissen niederen in Eis. — Die beiden feststehenden Temperaturgrade, bei denen diese Uebergänge erfolgen, benutzt man bei der Darstellung von Thermometern. Celsius bezeichnet den Siedepunkt mit 100, Reaumur mit 80, den Erstarrungs- (Gefrier-) Punkt dagegen bezeichnen Beide mit 0.

Das Wasser ist am dichtesten bei + 4° C. In diesem Zustande bezeichnet man sein specifisches Gewicht mit 1, und benutzt es als Ausgangspunkt zur Feststellung der specifischen Gewichte der festen und flüssigen Körper. — Das specifische Gewicht des Eises ist 0,95; das des Wasserdampfs (Luft = 1) 0,6239.

d. Zusammensetzung. Die Reduction der Metalloxyde durch Wasserstoffgas gab ein bequemes Mittel ab, die Zusammensetzung des Wassers, und somit auch das Aequivalent des Wasserstoffs zu erforschen. Man leitete nämlich Wasserstoffgas über eine gewogene Menge Kupferoxyd, während man dies zum Glühen erhitzte, und wog nach einiger Zeit das erhaltene Wasser. Auch bestimmte man, um wie viel das Kupferoxyd leichter geworden war, das ist mit anderen Worten, wie viel Sauerstoff es abgegeben hatte. Diese Sauerstoffmenge war in Form von Wasser wieder erhalten worden. Da man nun das Gewicht des erhaltenen Wassers und die Sauerstoffquantität darin kannte, so ergab sich die Wasserstoffmenge von selbst. — Auf diesem Wege fand man, daß in 100 Theilen Wasser 88,889 Sauerstoff mit 11,111 Wasserstoff verbunden sind, und das Aequivalent des Wasserstoffs ergab sich demnach aus folgendem Ansatz:

$$88{,}889 : 11{,}111 = 100 : x$$

$$x = 12{,}5.$$

Das Wasser entsteht demnach beim Zusammentreten von 12,5 Wasserstoff (1 Aeq.) mit 100 Sauerstoff (1 Aeq.). Die zweite, hier nicht näher in Betracht gezogene Oxydationsstufe des Wasserstoffs, das Wasserstoffhyperoxyd, dagegen entsteht bei Vereinigung von

12,5 Wasserstoff (1 Aeq.) mit 200 Sauerstoff (2 Aeq.); oder, wenn wir statt Name und Zahl die Zeichen gebrauchen: Das Wasser entsteht, wenn H mit O, das Wasserstoffhyperoxyd, wenn H mit 2 O zusammentritt. Man drückt dies demnach folgendermaßen in Formeln aus:

Wasser HO

Wasserstoffhyperoxyd HO_2.

Untersucht man, wie viele Raumtheile Wasserstoffgas und Sauerstoffgas zur Bildung von Wasser erforderlich sind, so findet man, daß sich zwei des ersteren mit einem des letzteren verbinden. Man erkennt daraus, daß bei Gasen die Aequivalente der Bestandtheile und die Raumtheile derselben in einer einfachen Beziehung stehen.

Wasserstoff		Sauerstoff	
1 Aequivalent	mit	1 Aequivalent	giebt Wasser.
2 Raumtheile	mit	1 Raumtheil	

Wenn, wie wir es eben vom Wasser besprochen, ein zusammengesetzter Körper zerlegt und die Menge seiner Bestandtheile bestimmt wird, so heißt man dies eine quantitative Analyse. Wird hingegen bei einer Zerlegung nur auf die Art der Bestandtheile Rücksicht genommen, so heißt die Analyse eine qualitative.

c. Verbindungen. Das Wasser vereinigt sich mit sehr vielen Körpern, und zwar 1) zu eigentlichen chemischen Verbindungen, 2) zu Mischungen (Lösungen).

1. Chemische Verbindungen des Wassers.

§. 26.

Wenn man auf gebrannten Kalk Wasser tröpfelt, so vereinigt er sich damit unter heftiger Erhitzung und zerfällt zu einem zarten, weißen, trocknen Pulver. (Hat man so viel Wasser aufgetröpfelt, daß die entstehende Erhitzung nicht hinreicht, den Ueberschuß zu verdampfen, ist demnach das Pulver noch feucht, so kann man es bei 100° C.*) trocknen.) Vergleicht man das Gewicht des angewendeten Kalks mit dem des erhaltenen Pulvers, so findet man, daß letzteres mehr wiegt, und wiederholt man den Versuch mehrmals, so ergiebt sich, daß die Gewichtszunahme (das aufgenommene Wasser) eine unveränderliche Größe ist. Zur Ueberzeugung, daß die Gewichtszunahme in der That von Wasser herrührt, kann man das erhaltene Pulver in einer Retorte glühen. Man erhält alsdann das Wasser

*) Um eine Substanz bei 100° zu erwärmen, setzt man sie in einem geeigneten Gefäße der Hitze siedenden Wassers oder seiner Dämpfe aus. — Eine derartige Vorrichtung nennt man ein Wasserbad.

in dem abgekühlten vorgelegten Gefäße (der Vorlage), im Rückstande bleibt der Kalk. Derselbe hat nunmehr wieder sein ursprüngliches Gewicht.

Der Kalk (das Oxyd des Metalles Calcium) ist eine Base; durch einen ähnlichen Versuch hätten wir auch eine Verbindung des Wassers mit einer Säure herstellen können. Verbindungen von Wasser mit Basen oder Säuren in bestimmten Verhältnissen heißt man Hydrate; so nennt man z. B. das durch Beträufeln des Kalkes entstehende Pulver Kalkhydrat. Das in Hydraten enthaltene Wasser heißt Hydratwasser. Hydrate werden beim Siedepunkte des Wassers in der Regel nicht zersetzt.

Bringt man einige Krystalle von Glaubersalz in eine Retorte, und erhitzt diese gelinde, so sieht man die Krystalle schmelzen und Wasser in die Vorlage übergehen; setzt man das Erhitzen fort, bis kein Wasser mehr übergeht, so erscheint der Rückstand als weiße unkrystallinische Masse. In den Krystallen war also Wasser vorhanden, es war eine wesentliche Bedingung der Krystallform. — Wiederholt man den Versuch mit anderen Glaubersalzkrystallen öfter, und wägt man den Rückstand und das ausgetriebene Wasser, so findet man, daß das Verhältniß zwischen beiden ein unveränderliches ist.

Das Glaubersalz ist ein Sauerstoffsalz; wir hätten den Versuch auch mit vielen anderen (nicht aber mit allen) krystallisirten Salzen, desgleichen mit vielen Hydraten machen können. — Mit Salzen oder Hydraten verbundenes Wasser, welches die Krystallgestalt bedingt, nennt man Krystallwasser. — Verbindungen, welche Krystallwasser enthalten, verlieren dieses, wenn sie auf 100° erhitzt werden. — Viele verlieren es auch schon, an der Luft liegend, bei gewöhnlicher Temperatur. Den letzteren Vorgang nennt man Verwittern.

Um in chemischen Formeln Hydratwasser und Krystallwasser nicht zu verwechseln, giebt man dem ersteren die eigentliche Formel des Wassers (HO), während man Krystallwasser mit (aq.) den Anfangsbuchstaben von aqua (dem lateinischen Namen des Wassers) bezeichnet.

Manche krystallisirte Körper, z. B. Kochsalz, halten zwischen ihren Schichten kleine Wassermengen eingeschlossen. Erhitzt man solche Körper, so verwandelt sich das Wasser in Dampf, welcher sein Gefängniß mit Gewalt sprengt. Diese mit einem eigenthümlichen Geräusch verbundene Erscheinung heißt man Verknistern (Decrepitiren), und das so mechanisch eingeschlossene Wasser, Verknisterungs- (Decrepitations-) Wasser.

2. Mischungen mit Wasser (wässerige Lösungen).

§. 27.

Das Wasser vereinigt sich in unbestimmten Verhältnissen mit einer großen Anzahl anderer Körper von jedweder Art. Viele Gase und feste Körper lösen sich darin, viele Flüssigkeiten mischen sich damit. Die Kenntniß, ob und in welchem Verhältniß ein Körper in Wasser löslich ist oder nicht, ist von großer Wichtigkeit, denn das Wasser ist das allgemeinste Lösungsmittel sowohl im großen Ganzen, wie in der Chemie, den Gewerben und dem Haushalte. Es vermittelt unzählige Processe in allen Reichen der Natur, vornehmlich auch den Lebensproceß bei Thier und Pflanze.

Das Wasser, welches als Regen oder Schnee auf die Erde fällt, verdunstet zum Theil wieder, zum Theil dringt es in die Erde ein und kommt, in Gebirgsspalten oder künstlichen Gruben zusammenfließend und sich ansammelnd, nach kürzerem oder längerem Lauf oder Aufenthalt in der Erde als Quell- oder Brunnenwasser wieder zu Tage, vereinigt sich alsdann mit dem dritten nicht in die Erde eingedrungenen Theile zu Bächen, Flüssen und Strömen, die unaufhaltsam dem allgemeinen Sammelplatze, dem Meere, zueilen, welches eben so unausgesetzt die Luft wieder mit Wasserdämpfen beladet.

Da nun das Wasser eine große Anzahl von Stoffen löst, welche in der Erde enthalten sind, so kann man schon im voraus den Schluß machen, daß das Quell-, Fluß- und Meerwasser nicht völlig rein, sondern mit auflöslichen Stoffen mehr oder weniger beladen sein müsse. Dieser Schluß findet sich in der Erfahrung bestätigt. Verdampft man Quell-, Fluß- oder Meerwasser, so bleibt in dem Abdampfgefäße ein aus Salzen ꝛc. bestehender Rückstand, der bei den verschiedenen Gewässern der Art und Menge nach verschieden ist, und zwar ist durchschnittlich das Meerwasser am reichsten, das Bach- oder Flußwasser am ärmsten an aufgelösten Bestandtheilen. — Enthält Wasser eine geringe Menge Salze, so heißt es *weiches*, im entgegengesetzten Falle *hartes* Wasser, zeigt es durch die darin gelösten Körper eine Heilwirkung, heißt es Mineralwasser. — Eine genauere Kenntniß der verschiedenen in der Natur vorkommenden Gewässer ist für den Landwirth ꝛc. so wichtig, daß dieser Gegenstand, nachdem wir zuvor die einzelnen Salze kennen gelernt haben, die in den Quellen ꝛc. vorkommen, in einem eigenen Kapitel abgehandelt werden soll, siehe §. 159 u. f. —

Da die in den natürlichen Gewässern vorkommenden Salze bei der Siedhitze des Wassers sich nicht verflüchtigen, das Wasser aber

sich in Dampf verwandelt, so läßt sich letzteres rein erhalten, wenn man die erzeugten Dämpfe durch Abkühlung wieder zu flüssigem Wasser verdichtet. — Eine solche Operation heißt man Destillation, durch Destillation gereinigtes Wasser aber destillirtes Wasser. Regen, Schnee ꝛc. ist also ebenfalls durch eine großartige Destillation gereinigtes Wasser.

3. Stickstoff.

§. 28.

a. Vorkommen. Der Stickstoff kommt sehr verbreitet in der Natur vor. Frei macht er den Hauptgemengtheil der atmosphärischen Luft aus. Stickstoffverbindungen kommen sowohl im Mineralreich, als namentlich auch in den organischen Reichen, vorzugsweise dem Thierreiche, vor.

b. Darstellung. Leitet man atmosphärische Luft durch ein mit Kupferspänen angefülltes, zum Glühen erhitztes Glasrohr, so verliert das Kupfer alsbald seinen Glanz. Es überzieht sich mit einer schwarzen Rinde und nimmt an Gewicht zu. Diese Rinde ist eine Verbindung des Kupfers mit Sauerstoff, wie man nachweisen kann, wenn man Wasserstoffgas durch das im Glühen erhaltene, die schwarz gewordenen Kupferspäne enthaltende Rohr leitet, denn hierdurch wird die ursprüngliche Farbe des Kupfers wieder hergestellt unter Bildung von Wasser, welches sich leicht auffangen läßt, und das seinen Sauerstoff nur von der schwarzen Rinde genommen haben kann. — Glühendes Kupfer entzieht also der Luft ihren Sauerstoff. Diesen Schluß findet man bestätigt, wenn man das aus dem Rohr austretende Gas über Wasser auffängt und untersucht. Brennende Körper erlöschen, Thiere ersticken darin, es ist also keine atmosphärische Luft mehr, sondern ein anderes, und zwar ein nicht weiter zerlegbares Gas. Es hat den Namen Stickstoff, Stickgas erhalten.

Stürzt man eine Luft enthaltende Glasglocke über ein auf Wasser schwimmendes Eisenblechschälchen, in welchem ein Stückchen brennender Phosphor enthalten ist (ein Körper, der, wie wir bald sehen werden, ein großes Bestreben hat, sich mit Sauerstoff zu verbinden, und der damit eine feste, in Wasser lösliche Verbindung bildet), so brennt der Phosphor, mit mehr und mehr abnehmender Lebhaftigkeit, auf Kosten des in der Glocke abgeschlossenen Luftraumes eine Zeitlang fort, endlich erlischt er. Während des Verbrennungsprocesses erfüllt sich die Glocke mit einem weißen Rauch und schneeartigen Flocken (der entstandenen Sauerstoffverbindung des Phosphors),

welche sich bald in dem Absperrungswasser zu einer klaren Flüssigkeit lösen. — Sobald die Glocke anfängt sich abzukühlen, bemerkt man, daß das Wasser in dieselbe eindringt, und den Raum des weggenommenen Sauerstoffgases ersetzt, und zwar erfüllt es etwa $^1/_5$ der Glocke. — Das Gas, welches in der Glocke zurückbleibt, ist ebenfalls Stickgas; die Rolle, welche oben das Kupfer spielte, hat hier der Phosphor übernommen. In ähnlicher Weise lassen sich auch andere Körper dazu anwenden, der Luft ihren Sauerstoff zu entziehen. — Aus dem zuletzt angeführten Versuche können wir weiter ersehen, daß die atmosphärische Luft ungefähr $^1/_5$ Sauerstoffgas und $^4/_5$ Stickgas enthält. Da dieselbe, wie überhaupt, so namentlich auch für den Landwirth ꝛc., von äußerster Wichtigkeit ist, so werden wir ihr ein besonderes Kapitel widmen, siehe §. 61 u. f.

c. Eigenschaften. Der Stickstoff ist ein farbloses, geruchloses und geschmackloses Gas. Alle Versuche, dasselbe zu verdichten, waren erfolglos. Sein specif. Gewicht ist 0,9706. — Das Stickgas ist nicht brennbar, in Wasser wenig löslich. Brennende Körper erlöschen, Thiere sterben darin sogleich. Hieran ist jedoch nur die Abwesenheit des zum Verbrennungs- und Athmungsproceß ganz und gar nöthigen Sauerstoffs Schuld. Das Stickgas ist also schlechterdings nicht giftig, wir athmen es ja in der That mit Sauerstoff gemengt, als atmosphärische Luft, fortwährend ein.

d. Aequivalent, Zeichen, Name. Die Aequivalentzahl des Stickstoffs ist 175,06. Das Zeichen für 175,06 Stickstoff N (der Anfangsbuchstabe des lateinischen Namens Nitrogenium). Den Namen Stickstoff oder Stickgas erhielt das in Rede stehende Gas, weil es das erste war, bei dem man Unathembarkeit wahrnahm. Er darf also schlechterdings nicht so aufgefaßt werden, als ob das Stickgas das einzige unathembare Gas, oder vorzugsweise erstickend wäre.

e. Verbindungen. Der Stickstoff hat nur ein schwaches Streben, sich mit anderen Elementen zu vereinigen. Die meisten Stickstoffverbindungen entstehen, wie wir im Verlauf sehen werden, nur durch complicirtere Processe; bloß mit Sauerstoff vereinigt sich der Stickstoff unter gewissen Umständen direkt.

I. Stickstoff und Sauerstoff.

Der Stickstoff vereinigt sich mit dem Sauerstoff in fünf verschiedenen Verhältnissen, und bildet damit zwei indifferente Oxyde (Stickoxydul und Stickoxyd), und drei Säuren, denen man nicht die systematischen Namen, stickstoffige Säure, Stickstoffsäure ꝛc. gegeben,

sondern ihre alten Benennungen salpetrige Säure, Untersalpetersäure und Salpetersäure gelassen hat. — Uns interessirt, ihres Vorkommens und ihrer mannigfaltigen Anwendung halber, vorzugsweise die letztere. Die anderen Oxydationsstufen, von denen keine in der Natur vorkommt, werden wir nur gelegentlich kennen lernen, wenn es sich darum handelt, gewisse Zersetzungsprocesse zu erklären.

Salpetersäure.

§. 29.

a. Vorkommen. Die Salpetersäure kommt nur in Verbindungen in der Natur vor. Solche finden sich an einigen Orten massenhaft angehäuft, an anderen in geringerer Menge in der Erde vertheilt, namentlich an solchen Stellen, wo organische, vorzüglich thierische Stoffe verwest sind. Sie kommen ferner im Safte vieler Pflanzen und sparsam in manchen Brunnenwassern vor, desgleichen in geringer Menge im Regenwasser nach Gewittern.

b. Darstellung. Die Salpetersäure isolirt, d. i. getrennt von allen anderen Substanzen, darzustellen, ist bis jetzt nicht gelungen. Man kennt sie nur in Verbindung mit Wasser oder Basen.

c. Zusammensetzung. Die Analyse der Salpetersäureverbindungen ergab, daß in 100 Theilen der isolirt gedachten Säure 25,93 Stickstoff mit 74,07 Sauerstoff verbunden sind. — Da man nun bei Analyse des Stickoxyduls (der niedrigsten Oxydationsstufe des Stickstoffs) mit 25,93 Stickstoff nur 14,81 Sauerstoff (= 1/5 von 74,05) verbunden fand, und aus dieser Verbindung nach dem Ansatze:

$$14{,}81 : 25{,}93 = 100 : x$$

als Aequivalent des Stickstoffs die Zahl 175,06 sich ergab, so muß in der Salpetersäure auf 175,06 Stickstoff (= 1 Aeq. Stickstoff) fünfmal so viel Sauerstoff, als im Stickstoffoxydul, demnach 500 (= 5 Aequivalent) enthalten sein. Die Zusammensetzung der Salpetersäure wird somit vorläufig durch die Formel NO_5 ausgedrückt, wir sagen vorläufig, denn ihr Aequivalent kennen wir noch nicht, wir wissen demnach noch nicht, ob nicht die Formel N_2O_{10} oder N_3O_{15} ꝛc. statt der NO_5 zu setzen sein wird.

d. Verbindungen. 1. Die Salpetersäure vereinigt sich mit Wasser zu Salpetersäurehydrat. Dasselbe läßt sich darstellen, entweder indem man, bei Gegenwart von Wasser, die Salpetersäure aus ihren Verbindungen mit Basen abscheidet, oder indem man sie aus ihren Bestandtheilen erzeugt. Letzteres gelingt, wenn man durch ein Gemenge von Sauerstoffgas und Stickgas, welches mit Wasser

in Berührung ist, anhaltend elektrische Funken schlagen läßt, wenn man ein Gemenge von viel Wasserstoffgas mit wenig Stickgas in Sauerstoffgas verbrennen läßt ꝛc. Alle diese Methoden sind jedoch nur von wissenschaftlichem Gesichtspunkte aus interessant, nicht aber anwendbar, um größere Mengen von Salpetersäurehydrat zu erhalten. Zu diesem Behuf zersetzt man immer, bei Gegenwart von Wasser, salpetersaure Salze in einer Retorte durch Säuren, welche fähig sind, die Salpetersäure auszutreiben, und welche mit den Basen, mit denen dieselbe verbunden war, feuerbeständige Salze bilden; — von diesen kann demnach das in der Hitze flüchtige Salpetersäurehydrat durch Destillation leicht getrennt werden. Man erhält esin der abgekühlten Vorlage. In der Regel zersetzt man salpetersaures Kali (Salpeter) oder salpetersaures Natron (Chilisalpeter) mit Schwefelsäurehydrat, im ersten Falle nimmt man auf 100 Theile Salz 96 Theile Säurehydrat, im zweiten auf 100 Theile Salz 58 Theile Säurehydrat. Welchen Aequivalenten dies entspricht, und wie sich die Zersetzung in Formeln ausdrücken läßt, werden wir unten sehen.

Die Flüssigkeit, welche man nach Beendigung der Destillation in der Vorlage findet, ist gelbroth gefärbt; sie verliert diese Färbung, wenn man sie eine Zeit lang erwärmt, unter Ausstoßung eines gelbrothen Gases. Dieses gefärbte Gas hat den Namen Untersalpetersäure bekommen, weil man bei seiner Analyse weniger Sauerstoff darin fand, als in der Salpetersäure, nämlich auf 1 Aeq. Stickstoff 4 Aeq. Sauerstoff. Es entsteht immer, wenn Salpetersäurehydrat einer schwachen Glühhitze ausgesetzt wird, unter gleichzeitigem Auftreten von Sauerstoff ($NO_5 = NO_4 + O$) und Abscheidung des Hydratwasser. — Diese Zersetzung nun geht in geringem Maaße auch bei der Destillation des Salpetersäurehydrats an den heißesten Stellen der Retorte vor sich; das Sauerstoffgas entweicht, die Untersalpetersäure hingegen bleibt in dem Salpetersäurehydrat gelöst und veranlaßt die gelbrothe Färbung des Destillats.

Das durch Erwärmen entfärbte Salpetersäurehydrat ist eine wasserhelle, erstickende Dämpfe ausstoßende, schon unter 100° siedende, schwere Flüssigkeit (spec. Gew. = 1,55). Sie mischt sich mit Wasser in allen Verhältnissen. Kommt sie gasförmig mit gasförmigem Wasser zusammen, so verbinden sich beide und bilden Nebelbläschen (kleine, den Seifenblasen ähnliche, von einer dünnen Flüssigkeitshülle umschlossene Luftbläschen), daher die Erscheinung, daß das Salpetersäurehydrat in feuchter Luft starke Nebel auszustoßen scheint. — Organische Stoffe zerstört das Salpetersäurehydrat mit Heftigkeit, daher seine Handhabung große Vorsicht erfordert. Im Sonnenlichte färbt

es sich roth, indem ein Theil der Salpetersäure in Sauerstoff und Untersalpetersäure zerfällt.

Das mit Wasser etwas verdünnte Salpetersäurehydrat führt in Künsten und Gewerben auch den Namen *Scheidewasser*. Es riecht schwach, eigenthümlich, schmeckt und reagirt sehr sauer, wirkt ätzend, aber in geringerem Grade als das Hydrat, wirkt innerlich genommen immer noch tödtlich, indem es Kehle, Schlund und Magen zerfrißt. Mit zunehmender Verdünnung vermindert sich sein specifisches Gewicht, daher man aus diesem den Gehalt des Scheidewassers an Salpetersäurehydrat beurtheilen kann.

Mit Untersalpetersäure beladenes Salpetersäurehydrat heißt auch *rothe rauchende Salpetersäure*, weil eine solche Flüssigkeit rothe, an feuchter Luft Nebel bildende, Dämpfe (ein Gemenge von gasförmigem Salpetersäurehydrat und untersalpetersaurem Gas) ausstößt.

Bei der Analyse des Salpetersäurehydrats hat man gefunden, daß mit 1 Gewichtstheil Wasser 6 Gewichtstheile Salpetersäure verbunden sind. Aus diesem Resultate kann man das Aequivalent der Salpetersäure ableiten, indem man dieses Verhältniß in Zahlen ausdrückt, welche mit den Aequivalenten der Elemente in Einklang stehen.

1 verhält sich aber zu 6 = wie 112,5 zu 675,0. Da dieses Verhältniß nun auch in den niedrigsten Zahlen ausgedrückt ist, die ohne Verletzung des Einklangs mit den Aequivalenten der Elemente möglich sind, so ist demnach 675,0 das Aequivalent der Salpetersäure. Es ergiebt sich nunmehr, daß unsere obige Formel NO_5 wirklich recht ist, und nicht N_2O_{10} oder N_3O_{15} ꝛc. sein könne, denn

1 Aeq. Stickstoff	=	175
und 5 Aeq. Sauerstoff	=	500
geben		675.

Das ist aber die Zahl, die wir für 1 Aeq. Salpetersäure gefunden haben.

Das Salpetersäurehydrat und die verdünnte Salpetersäure finden in der Chemie, wie in den Künsten, Gewerben, der Pharmacie ꝛc. ausgedehnte Anwendung.

2) Die Salpetersäure vereinigt sich mit Basen zu *salpetersauren Salzen*.

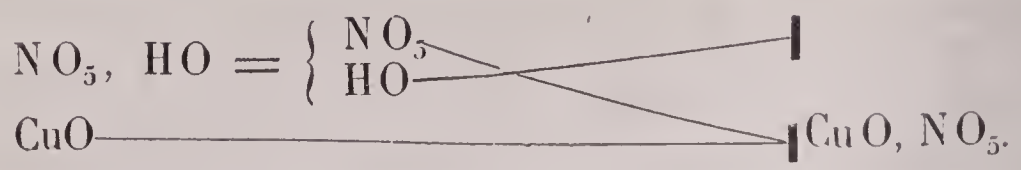
Salpetersaure Salze kommen, wie bereits erwähnt, erstlich in der Natur fertig gebildet vor. Sie lassen sich ferner auf mannigfache Weise darstellen. Am einfachsten durch Zusammenbringen von Salpetersäurehydrat mit Salzbasen; viele auch dadurch, daß man

das Hydrat auf die noch unverbundenen Metalle wirken läßt. Bringt man z. B. Scheidewasser mit überschüssigem Kupferoxyd zusammen, so wird das schwarze Pulver, von dem wir schon mehrmals sprachen, zum Theil aufgelöst, und es entsteht eine grünblaue Flüssigkeit. Erwärmt man dieselbe, nachdem man sie von dem ungelöst gebliebenen überschüssigen Oxyd abgegossen hat, so entweicht Wasserdampf, und treibt man auf diese Weise eine hinlängliche Menge Wasser aus, so erhält man beim Erkalten das erzeugte Salz — salpetersaures Kupferoxyd — in blauen Krystallen. — Bringt man dagegen eine gleiche Menge Scheidewasser mit überschüssigem metallischem Kupfer zusammen, so löst sich ein Theil desselben ebenfalls auf, aber unter Entwicklung eines an der Luft roth werdenden, an und für sich farblosen Gases. Man erhält eine ganz gleiche grünblaue Flüssigkeit wie zuvor, und diese liefert beim Verdampfen des Wassers ganz gleiche, in jeder Beziehung übereinstimmende, blaue Krystalle. Wägt man aber die Ausbeute beider Operationen, so findet man, daß man aus derselben Menge verdünnter Salpetersäure beim ersten Versuch eine größere Quantität Salz erhalten hat, als beim zweiten. Da nun aber beide Salze ganz gleich zusammengesetzt sind, so entsteht in Betreff des zweiten Falles die Frage: wo blieb die fehlende Portion Salpetersäure? Auch drängt sich ferner die weitere auf: woher stammt der Sauerstoff, mit dem sich das Kupfer zu Oxyd verbunden hat? Diese Fragen erhalten die befriedigendste Antwort, wenn man das Gas untersucht, welches entwichen ist. Man findet, daß es aus Stickstoff und Sauerstoff besteht, die im Verhältniß von 1 Aeq. zu 2 Aeq. mit einander verbunden sind. Dieses Gas kann nur aus der Salpetersäure entstanden sein, und seine Entstehung ist mit einer Abgabe von 3 Aeq. Sauerstoff nothwendig verbunden. Diesen Sauerstoff hat das Kupfer in Empfang genommen und sich damit zu Oxyd verbunden. Im letzteren Falle diente also nicht alle Salpetersäure zur Bildung des salpetersauren Salzes, sondern ein Theil wurde zersetzt in Sauerstoff, der sich mit dem Kupfer verband, und in entweichendes Stickoxydgas; so heißt nämlich die hier auftretende Verbindung von 1 Aeq. Stickstoff und 2 Aeq. Sauerstoff. — Der Uebergang des farblosen Gases in ein rothes aber beruht auf der Aufnahme eines Aeq. Sauerstoff aus der Luft, wodurch aus NO_2, NO_3 entsteht oder diejenige Oxydationsstufe des Stickstoffs, die man salpetrige Säure nennt.

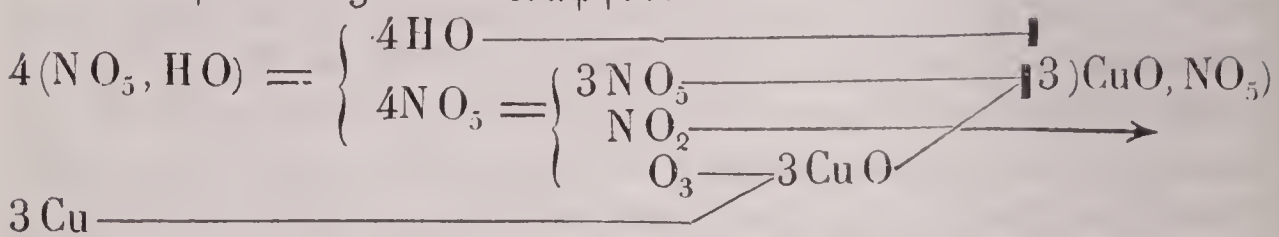
In Formeln lassen sich die beiden Darstellungen von salpetersaurem Kupferoxyd also versinnlichen:*)

*) Vorgreiflich muß bemerkt werden, daß das Kupferoxyd aus 1 Aeq. Kupfer

Darstellung aus Oxyd:



Darstellung aus Kupfer:



Demnach erhält man im ersten Falle für je 1 Aeq. Salpetersäure 1 Aeq. salpetersaures Kupferoxyd, also von 4 Aeq. NO_5 4 Aeq. des Salzes; im zweiten dagegen liefern 4 Aeq. NO_5 nur 3 Aeq. Salz.

Eine weitere verwickeltere Bildungsweise salpetersaurer Salze werden wir unten beim Salpeter kennen zu lernen Gelegenheit haben.

In den neutralen salpetersauren Salzen verhält sich der Sauerstoff der Basis zu dem der Säure wie 1:5. Die Sättigungscapacität der Salpetersäure ist demnach $\frac{1}{5}$. — Wenden wir diese durch Verbindung von Salpetersäure mit einem Alkali erworbene Kenntniß auf das oben dargestellte Kupfersalz an, so finden wir, daß dieses ein neutrales salpetersaures Salz ist. Alle neutralen salpetersauren Salze sind in Wasser leicht löslich, alle basischen unlöslich oder schwer löslich. Saure Salze bildet die Salpetersäure nicht. Alle salpetersauren Salze werden in der Glühhitze zersetzt. Auf glühende Kohlen gestreut, veranlassen sie ein lebhaftes Verbrennen derselben. Die Salpetersäure liefert hierzu den Sauerstoff.

Von den salpetersauren Salzen sind viele in den Künsten und Gewerben, desgleichen in der Heilkunde, von der ausgedehntesten Anwendung, und ihres Vorkommens im Boden, Dünger, in vielen Pflanzen ꝛc. halber für uns von großem Interesse.

II. Stickstoff und Wasserstoff.

§. 30.

Der Stickstoff bildet mit dem Wasserstoff mehrere für uns höchst interessante Verbindungen. Die eine derselben — Ammonium ge-

---

und 1 Aeq. Sauerstoff besteht, also die Formel CuO hat. Wenn bei einem Processe ein Körper entweicht, so drücken wir dies im Schema durch das Zeichen ——→ aus, bleibt er flüssig oder gelöst, so steht das Zeichen ——→, scheidet er sich unlöslich ab: ——═

nannt — zeigt in ihren Verbindungen eine solche Uebereinstimmung mit denjenigen Metallen, deren Oxyde Alkalien sind, daß wir die systematische Aufführung derselben an gegenwärtiger Stelle dem Nutzen aufopfern wollen, den die Aufführung des Ammoniums bei den Alkalimetallen gewährt. — Da die anderen Verbindungen des Stickstoffs mit Wasserstoff nur im Zusammenhang mit dem Ammonium abgehandelt werden können, so bleiben auch diese hier unaufgeführt. — Bemerkt soll vorläufig nur werden, daß das Ammoniumoxyd und andere Ammoniumverbindungen hauptsächlich beim Faulen stickstoffhaltiger organischer Körper und beim Erhitzen derselben bei Abschluß der Luft entstehen.

4. Kohlenstoff.

§. 31.

a. Vorkommen. Der Kohlenstoff kommt in der Natur sehr verbreitet vor. In völlig reinem Zustande findet er sich als Diamant, mit geringen Beimischungen im Graphyt, in chemischer Verbindung mit Sauerstoff (als Kohlensäure) in der Luft, in vielen Mineralien ꝛc.; endlich in allen organischen Körpern und den meisten ihrer Zersetzungsprodukte (Anthracit, Steinkohlen, Braunkohlen, Torf ꝛc.).

b. Darstellung. Die künstliche Erzeugung von chemisch reinem Kohlenstoff ist, weil solcher in der Natur vorkommt, zur Erforschung seiner Eigenschaften weniger nothwendig. Sie gelingt am besten, wenn man Graphyt von seinen Beimischungen (Eisen ꝛc.) auf geeignete Art befreit. Durch Glühen von vielen organischen Körpern, namentlich solchen aus dem Pflanzenreich, z. B. Zucker, bei Luftabschluß erhält man als Rückstand ziemlich reinen, niemals aber völlig reinen Kohlenstoff. Die Darstellung solchen unreinen Kohlenstoffs aus Holz ꝛc. wird in den Kohlenmeilern im Großen ausgeführt. Sie wird unten in der Abtheilung IV. ausführlicher behandelt werden.

c. Eigenschaften. Der Kohlenstoff ist unter allen Umständen ein fester, geruch- und geschmackloser, verbrennlicher Körper. Alle Versuche, denselben zu schmelzen oder zu verflüchtigen, sind bis jetzt mißlungen. Was die weiteren Eigenschaften betrifft, so müssen wir die verschiedenen Zustände, in denen der Kohlenstoff vorkommt, besonders betrachten. Als Diamant erscheint er in Gestalt achtflächiger, farbloser, wasserheller, das Licht stark brechender, äußerst harter, schwer verbrennlicher Krystalle von 3,5 spec. Gew., — als Graphyt

in undurchsichtigen, schwarzgrauen, weichen, abfärbenden, fettig anzufühlenden, sechsseitige Tafeln darstellenden, sehr schwer verbrennlichen Krystallen von 2,2 spec. Gew., — als durch Zersetzung organischer Substanzen erhaltene Kohle immer unkrystallinisch, schwarz; manchmal dicht, glänzend, schwer verbrennlich; manchmal matt, porös, leicht verbrennlich und von sehr verschiedenem spec. Gewicht.

Die Kohle letzterer Art, aber nur die poröse, hat eine weitere merkwürdige und wichtige Eigenschaft, nämlich die, Gase aufzusaugen, riechende Flüssigkeiten von ihrem Geruch zu befreien und gefärbte zu entfärben. — Da die Erfahrung erwiesen hat, daß der Grad derartiger Wirksamkeit nicht von dem Gewichte, sondern lediglich von der Porosität der Kohle abhängt, so wird man zu dem Schlusse geführt, daß diese Wirkung eine rein mechanische, von der Größe der Oberfläche abhängige und von der Adhäsionskraft bedingte sein müsse. — Erfahrungsmäßig hat die poröse Kohle thierischer Körper, z. B. der Knochen, vorzugsweise eine entfärbende Wirkung, während die poröse Kohle vegetabilischer Substanzen, z. B. die Holzkohle, vorzugsweise Gase zu absorbiren und riechende Substanzen zu binden vermag. — Poröse Kohle beiderlei Art findet in den Künsten und Gewerben, wie auch in der Chemie, ausgedehnte Anwendung. Ihre Bereitung siehe in der Abtheilung IV.

d. Aequivalent, Zeichen, Name. Die Aequivalentzahl des Kohlenstoffs ist 75,00. Das Zeichen für 75 Kohlenstoff, = 1 Aequivalent Kohlenstoff, C (der Anfangsbuchstabe des lateinischen Namens Carbonium). Den Namen Kohlenstoff erhielt das in Rede stehende Element, weil es der Hauptstoff in der Kohle ist.

e. Verbindungen. Der Kohlenstoff vereinigt sich mit vielen anderen Elementen zu Verbindungen der mannigfachsten Art. — Manche derselben entstehen bei Berührung der Bestandtheile unter geeigneten Umständen, andere können nur auf Umwegen hervorgebracht werden.

I. Kohlenstoff und Sauerstoff.

Kohlenstoff und Sauerstoff vereinigen sich in mehreren Verhältnissen. Von den daraus hervorgehenden Verbindungen sind nur drei von allgemeinerem Interesse. Die mit dem größten Sauerstoffgehalt heißt Kohlensäure, die mit dem mittleren Oxalsäure (sie müßte eigentlich kohlige Säure genannt werden), die mit dem geringsten Kohlenoxyd. — Aus den Namen ersieht man, daß die beiden ersteren den Charakter der Säuren, die letztere den eines indifferenten Oxyds haben müsse.

1. Kohlenoxyd.

§. 32.

Das Kohlenoxyd kommt in der Natur nur ausnahmsweise (durch natürliche Verbrennungsprocesse erzeugt) vor. — Man erhält es durch Glühen vieler Metalloxyde mit einem Ueberschuß von Kohle, — die Metalloxyde werden dabei reducirt; durch Ueberleiten von Kohlensäure über glühende Kohlen, wobei die Kohlensäure zu Kohlenoxyd reducirt und aus dem abgeschiedenen Sauerstoff und der vorhandenen Kohle weiteres Kohlenoxyd erzeugt wird u. s. w. — Die letzte Bildungsweise ist es, die veranlaßt, daß das Kohlenoxyd fast bei allen im praktischen Leben ausgeführten Verbrennungsprocessen eine Rolle spielt und somit auch für uns interessant ist.

Das Kohlenoxyd ist ein farbloses, geschmackloses, eigenthümlich aber schwach riechendes, in Wasser etwas lösliches Gas von 0,97 spec. Gewicht. — Es brennt mit blauer Flamme. Brennende Körper erlöschen, Thiere sterben darin sogleich; es wirkt selbst mit viel Luft gemengt giftig.

Die Zusammensetzung des Kohlenoxyds kann man finden, wenn man eine gewogene Menge gewisser Metalloxyde von bekanntem Sauerstoffgehalt mit einem Ueberschuß von reiner Kohle glüht und die Menge des erzeugten Kohlenoxyds bestimmt. Da darin der vom Metalloxyd abgeschiedene, seiner Quantität noch bekannte Sauerstoff sich wiederfindet, so ergiebt sich die Menge des mit ihm in Verbindung getretenen Kohlenstoffs von selbst. Man hat gefunden, daß sich 57,14 Sauerstoff mit 42,86 Kohlenstoff zu 100,00 Kohlenoxyd verbinden. Aus der Zusammensetzung des Kohlenoxyds und der Kenntniß, daß dasselbe die niedrigste Oxydationsstufe des Kohlenstoffs ist, ergiebt sich das Aequivalent des Kohlenstoffs, und zwar durch den Ansatz:

$$57{,}14\ldots : 42{,}86\ldots = 100 : x$$

$$x = 75$$

Das Kohlenoxyd entsteht also beim Zusammentreten von 75 Kohlenstoff (1 Aeq.) mit 100 Sauerstoff (1 Aeq.), seine Formel ist CO. Es zeigt sehr geringe Neigung, sich mit anderen Körpern zu vereinigen. Keine seiner Verbindungen ist für uns von Interesse.

2. Oxalsäure (Kleesäure).

§. 33.

a. Vorkommen. Die Oxalsäure findet sich sehr verbreitet im Pflanzenreich; ihres Vorkommens im Sauerklee (Oxalis Acetosella) halber, erhielt sie ihren Namen. Sparsam kommt sie im Thierreich

(in Krankheitsprodukten z. B. manchen Blasensteinen) und sehr selten im Mineralreich (Humboldtit) vor. Da sie ohne Mithülfe der Lebenskraft gebildet werden kann, so handeln wir sie unter den unorganischen Verbindungen ab, wenn schon sie in Pflanze und Thier unter Einfluß der Lebenskraft zu entstehen scheint.

b. Darstellung. Die Oxalsäure isolirt darzustellen ist bis jetzt nicht gelungen; man kennt sie nur in Verbindung mit Wasser oder Basen.

c. Zusammensetzung. Durch Analyse der Oxalsäure-Verbindungen hat man gefunden, daß in 100 Theilen der isolirt gedachten Oxalsäure 33,33.. Kohlenstoff und 66,66.. Sauerstoff enthalten sind. — Auf 75 Kohlenstoff kommen demnach 150 Sauerstoff; das Verhältniß, in dem die Aequivalente beider zu einander stehen, wird also ausgedrückt durch die Zahlen $1 : 1\frac{1}{2}$. — Da man nun als niedrigstes Verhältniß, in dem sich die Oxalsäure mit anderen Körpern vereinigt — als Aequivalent derselben — die Zahl 450 gefunden hat, so ist die Formel der Oxalsäure C_2O_3, denn $2 \times 75 = 150$ und $3 \times 100 = 300$ sind 450.

d. Verbindungen. 1) Die Oxalsäure vereinigt sich mit Wasser zu Oxalsäurehydrat. Um dasselbe darzustellen, kann man, bei Gegenwart von Wasser, die Oxalsäure entweder aus ihren in der Natur vorkommenden Verbindungen mit Salzbasen abscheiden, oder man kann sie künstlich erzeugen. — Dies letztere gelingt jedoch in keiner Weise durch unmittelbares Zusammenbringen ihrer Bestandtheile, wohl aber durch Einwirkung von verschiedenen sauerstoffreichen Verbindungen, (namentlich Salpetersäure) auf Zucker, Stärkemehl und andere organische, kohlenstoffhaltige Substanzen. In allen Fällen erhält man die Oxalsäure in wässeriger Lösung, welche abgedampft und abgekühlt Krystalle liefert. Diese sind Oxalsäurehydrat mit Krystallwasser (krystallisirte Oxalsäure) $C_2O_3, HO + 2aq$. Erhitzt man sie im Wasserbade, so zerfallen sie unter Verlust ihres Krystallwassers zu Oxalsäurehydrat, C_2O_3, HO. — Dieses stellt ein weißes Pulver, die krystallisirte Oxalsäure farblose, säulenförmige Krystalle dar. Beide Verbindungen sind geruchlos, schmecken und reagiren stark sauer, wirken giftig, lösen sich ziemlich leicht in Wasser. Das Oxalsäurehydrat nimmt beim Erhitzen auf 150° Gasform an. Bei Abkühlung des Gases scheidet sich das Hydrat in Krystallen aus.

Einen Körper, der in der Hitze Gasform und bei Abkühlung des Gases wieder feste Form annimmt, heißt man sublimirbar, weil man Sublimiren, Sublimation diejenige che-

mische Operation nennt, wodurch die eben angegebenen Zustandsänderungen herbeigeführt werden.

Das Oxalsäurehydrat ist also sublimirbar.

2) Die Oxalsäure vereinigt sich mit Basen zu oxalsauren Salzen. In den neutralen verhält sich der Sauerstoff der Base zu dem der Säure wie 1 : 3. Außerdem giebt es zweifachsaure und vierfachsaure. — Alle werden beim Glühen zerlegt und lassen je nach der Natur der Basen kohlensaure Salze, reine Metalloxyde oder Metalle zurück. — Versucht man die Oxalsäure durch stärkere Säuren von ihren Basen zu trennen, ohne derselben gleichzeitig Wasser darzubieten, mit dem sie sich verbinden kann, oder unternimmt man, sie durch wasserentziehende Substanzen von ihrem Hydratwasser zu scheiden, erwärmt man z. B. ein Salz oder das Hydrat mit Schwefelsäurehydrat, so zerfällt die Oxalsäure in ein Gemenge von Kohlenoxydgas und kohlensaurem Gas. — $C_2O_3 = CO + CO_2$. — (CO_2 ist nämlich die Formel der Kohlensäure, wie wir sogleich sehen werden).

Ein Theil der oxalsauren Salze ist wegen ihres Vorkommens im Pflanzen- und Thierreich, — ein anderer wegen der Anwendung interessant, die davon bei der chemischen Analyse gemacht wird.

3. Kohlensäure.

§. 34.

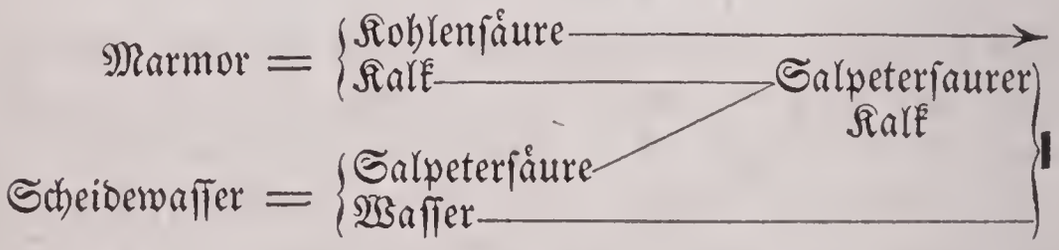
a. Vorkommen. Die Kohlensäure findet sich sehr verbreitet, sowohl frei, als auch in Mischungen (Lösungen) und chemischen Verbindungen in der Natur. Frei strömt sie an einigen Orten aus der Erde aus, in kleiner Menge ist sie in der atmosphärischen Luft, in größerer in der Luft von Höhlen, Kellern, Gruben u. s. w. enthalten; gelöst findet sie sich in allen natürlichen Gewässern, vorzugsweise in gewissen Mineralquellen (Säuerlingen); chemisch gebunden kommt sie in vielen Mineralien, den Gehäusen der Schalthiere u. s. w. äußerst verbreitet und in großer Menge vor (Kalkgebirge).

b. Darstellung. Um Kohlensäure zu erhalten, kann man sie entweder aus ihren Bestandtheilen erzeugen oder man kann sie aus ihren Verbindungen abscheiden.

Hält man in eine mit Sauerstoffgas gefüllte Flasche einen glimmenden Kohlensplitter, so enzündet er sich und verbrennt, hält man einen neuen hinein, so verbrennt er vielleicht auch noch, wenn auch mit geringerer Heftigkeit. Bei einem dritten oder vierten aber wird man dahin kommen, daß der glimmende oder brennende Splitter nicht allein nicht lebhaft brennt, sondern sogar erlöscht. — Das Gas in der Flasche ist also kein Sauerstoff mehr und die Kohle ist zum

Theil verschwunden. — Dafür haben wir ein Gas bekommen von neuen Eigenschaften, hervorgegangen aus der unter Feuererscheinung erfolgenden Vereinigung des Kohlenstoffs mit dem Sauerstoff, d. i. aus der Verbrennung des Kohlenstoffs. — Dieses Gas ist Kohlensäure. Wir haben sie *erzeugt*.

Uebergießt man dagegen Kreide oder Marmor mit verdünnter Salpetersäure, so sieht man eine reichliche Menge von Gasblasen sich entwickeln. Nimmt man den Versuch in einer mit einer Gasentwicklungsröhre verbundenen Flasche vor (siehe oben Fig. 2), so kann man dieselben über Wasser auffangen. Vergleicht man das so erhaltene Gas mit dem aus Kohle und Sauerstoff erzeugten, so findet man, daß es in allen Beziehungen damit übereinstimmt, daß es also auch Kohlensäure ist. — Kreide, Marmor müssen also Kohlensäureverbindungen sein, wir haben aus denselben die Kohlensäure durch Salpetersäure *abgeschieden*. — Diese Zersetzung ist eine solche, von der wir oben gesagt haben, daß sie durch einfache Wahlverwandtschaft veranlaßt werde. Die Salpetersäure muß also zu dem Körper, mit welchem die Kohlensäure verbunden war (Calciumoxyd) eine stärkere Verwandtschaft haben, als Calciumoxyd und Kohlensäure unter einander. — Der Vorgang wird durch folgendes Schema erläutert:



Die Kohlensäure entsteht nicht nur beim Verbrennen von reinem Kohlenstoff, sondern auch bei dem aller kohlenstoffhaltigen Körper, also namentlich der Bestandtheile der Thiere und Pflanzen, desgleichen beim Verwesen derselben. Sie bildet sich ferner beim Athmungsprocesse und in reichlicher Menge bei der geistigen Gährung (Abth. III.). Daher die häufig vorkommenden Erstickungen in Kellern, in welchen Most, Bierwürze, Branntweinmeische ꝛc. gährt, — desgleichen in Gruben und Kloaken, in welchen organische Substanzen verwesen (vergl. Abth. III.).

c. *Eigenschaften*. Die Kohlensäure ist bei gewöhnlicher Temperatur und gewöhnlichem Luftdruck ein farbloses Gas von schwach säuerlichem Geschmack und etwas stechendem Geruch. Bei sehr starkem Druck verdichtet sich das Gas zur Flüssigkeit, und bei sehr niederer Temperatur erstarrt diese zu fester Kohlensäure. Das

Kohlensäuregas ist weit schwerer als Luft, sein specif. Gewicht ist 1,525. Es läßt sich daher aus einem Gefäße in ein anderes gießen, und findet sich in Räumen, welche ein Gemenge von Kohlensäure und Luft enthalten (Kellern, Höhlen), vorzugsweise in den unteren Schichten. Das kohlensaure Gas ist nicht brennbar und unterhält das Verbrennen und Athmen nicht. Ein Licht erlischt, ein Thier stirbt darin sogleich. Diese Erscheinungen treten selbst dann noch ein, wenn die Kohlensäure mit einer ziemlich bedeutenden Menge Luft gemengt ist.

d. Zusammensetzung. Die Zusammensetzung der Kohlensäure fand man durch Verbrennen einer gewogenen Menge reinen Kohlenstoffs (Diamants) in Sauerstoffgas und Wägen der erhaltenen Kohlensäure. Es ergab sich, daß sich 27,27 Kohlenstoff mit 72,73 Sauerstoff zu 100 Kohlensäure verbinden, demnach kommen auf 75,00 Kohlenstoff 200 Sauerstoff, denn

$$27{,}27 : 72{,}73 = 75{,}00 : 200{,}00.$$

Das Verhältniß der Aequivalente beider Bestandtheile wird also durch 1 : 2 ausgedrückt. — Da man nun bei der Analyse der kohlensauren Salze als Aequivalent der Kohlensäure die Zahl 275 gefunden hat, so ist die Formel derselben in der That CO_2, denn 1 Aeq. Kohlenstoff = 75 und 2 Aeq. Sauerstoff = 200 sind 275.

e. Verbindungen. 1) Die Kohlensäure vereinigt sich mit Wasser zu wässeriger Kohlensäurelösung (einer Mischung). Leitet man kohlensaures Gas durch Wasser, oder läßt man Wasser mit Kohlensäure in Berührung, so nimmt das Wasser Kohlensäure auf, aber es gelingt nur schwierig, auf diesem Wege eine gesättigte Kohlensäurelösung zu erhalten. Leicht hingegen erreicht man diesen Zweck, wenn man in eine Flasche mit Wasser mit Hülfe einer Druckpumpe mehr Kohlensäure einpumpt, als das Wasser bei gewöhnlichem Luftdruck irgend aufzunehmen vermag, wenn man also das Wasser unter höherem Druck mit Kohlensäure sättigt. Oeffnet man nämlich nunmehr den Pfropf, so entweicht der Ueberschuß der Kohlensäure allmälig (wodurch anfangs heftiges Aufschäumen bewirkt wird), und es bleibt eine Kohlensäurelösung zurück, welche bei der Temperatur, die sie hat, und dem herrschenden Luftdrucke vollkommen gesättigt ist. Ganz dieselben Erscheinungen beobachtet man bei den prickelnden Mineralwassern (natürlichen und künstlichen), sowie bei den Schaumweinen und Flaschenbieren, denn jene wie diese sind unter höherem Drucke gesättigte Kohlensäurelösungen. — Eine bei gewöhnlicher Temperatur und gewöhnlichem Luftdrucke gesättigte Kohlensäurelösung enthält ungefähr einen Raumtheil Kohlensäure in einem

Raumtheil Wasser, zeigt ein specif. Gewicht von 1,0018, schmeckt prickelnd, schwach säuerlich, röthet Lackmus schwach und vorübergehend. Durch Erhitzen, Gefrieren und Verminderung des Luftdrucks entweicht daraus Kohlensäure, desgleichen durch Aufnahme von Luft (Stehenlassen an der Luft, Einwerfen poröser, lufthaltiger Körper).

2) Die Kohlensäure verbindet sich chemisch mit Basen zu kohlensauren Salzen. Leitet man z. B. Kohlensäure in Kalkwasser (eine Auflösung von Kalk [Calciumoxyd] in Wasser), so verliert dieses allmälig seine alkalische Reaction; die zuvor klare Flüssigkeit wird milchig trübe und bekommt bei längerem Stehen einen weißen Bodensatz (Niederschlag). Die Kohlensäure verbindet sich nämlich mit der Basis Kalk zu kohlensaurem Kalk. Da dieses Salz in Wasser unlöslich ist, so scheidet sich jedes entstandene Theilchen aus der Flüssigkeit aus; daher die Trübung und später der Niederschlag. — Leitet man so lange Kohlensäure ein, bis die Flüssigkeit Curcumapapier nicht mehr bräunt, so ist kein Kalk mehr frei, sondern aller an Kohlensäure gebunden. — Gießt man dann die Flüssigkeit sammt dem Niederschlag auf ein in einen Trichter zweckmäßig eingepasstes Papier (ein Filter) oder, mit anderen Worten, filtrirt man die trübe Flüssigkeit, so sickert das reine Wasser durch die Poren des Papiers hindurch, während der pulverförmige kohlensaure Kalk auf demselben zurückbleibt. Wägt man ihn nach dem Trocknen, so findet man, daß er mehr wiegt, als der Kalk, den man anfangs im Wasser aufgelöst hatte; dieses Mehrgewicht entspricht der aufgenommenen Kohlensäure. Daß er in der That solche enthält, ersieht man leicht, wenn man ihn mit verdünnter Salpetersäure übergießt. — In den neutralen kohlensauren Salzen verhält sich der Sauerstoff der Base zu dem der Säure, wie 1 : 2. Außerdem giebt es basische, anderthalbfach- und zweifach-saure Salze. — Die meisten kohlensauren Salze werden beim Glühen, alle bei Berührung mit anderen Säuren (und zwar fast sämmtlichen) zerlegt. — Man nennt deshalb die Kohlensäure eine schwache Säure, und ihre Verwandtschaft zu Basen eine geringe. Von den kohlensauren Salzen sind viele vom allgemeinsten Interesse, theils wegen ihres Vorkommens, theils als Pflanzennahrung, theils in Betreff der vielfachen Anwendung, die sie im Leben finden.

II. Kohlenstoff und Wasserstoff.

Der Kohlenstoff bildet mit dem Wasserstoff sehr mannigfaltige Verbindungen. Die Substanzen, welche den Geruch der Rosen, die, welche den der Citronen, der Wachholderbeeren ꝛc. bedingen, sind z. B.

Kohlenwasserstoffe. Diese entstehen jedoch nur unter dem Einfluß der Lebenskraft, und gehören also in das Gebiet der organischen Chemie. In das der unorganischen hingegen gehören nur zwei. Von diesen heißt der mit dem geringsten Wasserstoffgehalt *schweres Kohlenwasserstoffgas*, der mit dem höchsten *leichtes Kohlenwasserstoffgas* oder *Sumpfgas*.

1. Schweres Kohlenwasserstoffgas.

§. 35.

Das schwere Kohlenwasserstoffgas kommt nicht, oder nur ausnahmsweise in der Natur vor. Es ist für uns insofern von Interesse, als es beim Erhitzen sehr vieler organischer Substanzen (namentlich der Fette und Harze), ferner beim Glühen der Steinkohlen entsteht, und somit den Hauptbestandtheil des Leuchtgases, wie auch der die Licht- und Lampenflamme bildenden Gase ausmacht, wie wir unten in der Abtheilung III. in dem Kapitel über Leuchtmaterialien genauer sehen werden. In reiner Form kann man es durch Erhitzen von starkem Weingeist mit Schwefelsäurehydrat erhalten (die Erklärung dieses Processes siehe Abth. III.). Es stellt ein farbloses, übelriechendes Gas von 0,985 specif. Gewicht dar. Es verbrennt mit heller, stark leuchtender Flamme zu Kohlensäure und Wasser. Durch kalte Körper abgekühlt, setzt die Flamme Ruß (fein zertheilten Kohlenstoff) an dieselben ab. Die in der Flamme schwebenden glühenden Theilchen festen Kohlenstoffs bedingen das Leuchten derselben (vergl. §. 25). Mit Sauerstoff oder Luft gemengt, stellt das schwere Kohlenwasserstoffgas eine beim Entzünden mit äußerster Heftigkeit explodirende Knallluft dar. — Rein eingeathmet tödtet es sofort, mit viel Luft gemengt verursacht es Kopfweh, Schwindel ꝛc. In Wasser löst es sich in ziemlicher Menge. Seine Zusammensetzung wird durch die Formel C H ausgedrückt.

2. Leichtes Kohlenwasserstoffgas (Sumpfgas, feuriger Schwaden, Grubengas).

§. 36.

Das leichte Kohlenwasserstoffgas führt auch den Namen Sumpfgas, weil es sich aus Sümpfen und stehenden Wassern, in denen Pflanzenüberreste faulen, entwickelt. Beim Aufrühren des Bodenschlamms steigt es, oft in reichlichen großen Blasen, in die Höhe, so daß man in kurzer Zeit Flaschen damit füllen kann. Den Namen feuriger Schwaden oder Grubengas haben ihm die Bergleute gegeben, weil es sich häufig in Steinkohlenbergwerken findet, zur großen Gefahr der Arbeiter, denn es veranlaßt heftige Explosionen. Es bil-

det sich ferner fast bei allen Processen, durch die man das schwere Kohlenwasserstoffgas erhält, neben diesem in geringer Menge. — Es stellt ein farbloses Gas von schwachem Geruch und 0,555 specif. Gewicht dar, brennt mit schwach leuchtender, nicht rußender Flamme, bildet mit Sauerstoff oder Luft ein explosives Gasgemenge, wirkt giftig, löst sich wenig in Wasser. Seine Zusammensetzung wird durch die Formel CH_2 ausgedrückt.

III. Kohlenstoff und Stickstoff.

§. 37.

Der Kohlenstoff vereinigt sich mit dem Stickstoff zu einer Verbindung, die man, wäre sie nicht zerlegbar, ihrem ganzen Verhalten zu anderen Körpern nach, für ein Element halten müßte, und die man deshalb ein zusammengesetztes Radikal nennt. — Dieser Körper hat den Namen Cyan erhalten. Da er in Betracht seiner Verbindungen eine große Uebereinstimmung mit dem Chlor, Brom, Jod und Fluor (Metalloiden, die wir erst unten werden kennen lernen) hat, so ist es zweckmäßig und das Verständniß erleichternd, wenn wir das Cyan erst nach den genannten Elementen abhandeln, siehe §. 59.

5. Bor.

§. 38.

Das Bor kommt niemals frei, sondern nur in Verbindungen, und zwar fast nur mit Sauerstoff zu Borsäure vereinigt, nicht verbreitet und nicht in großer Menge in der Natur vor. Man erhält es aus seiner Verbindung mit Sauerstoff, indem man dieselbe mit Kalium oder Natrium (Metallen, welche mit Sauerstoff verbunden Alkalien bilden) schmilzt; in dem Falle vereinigt sich der Sauerstoff der Borsäure mit dem Metall zu Alkali, und das Bor wird in Freiheit gesetzt. Durch Wasser läßt sich dasselbe von dem Alkali befreien.

Das Bor stellt einen dunkelgrün-braunen, weder schmelzbaren noch verdampfbaren, geruch- und geschmacklosen, bei starker Erhitzung an der Luft oder in Sauerstoffgas sich entzündenden, und mit Glanz zu Borsäure verbrennenden, in Wasser etwas löslichen Körper dar. Sein Aequivalent ist 136,31. Das Zeichen für 136,31 = 1 Aeq. Bor ist B.

Verbindungen des Bors. Das Bor geht nur mit einer kleinen Zahl von Elementen Verbindungen ein. Uns interessirt nur

die, welche es mit Sauerstoff bildet, die Borsäure, einigermaßen, sofern sie und eine ihrer Verbindungen in der chemischen Analyse, sowie in den Gewerben Anwendung findet.

Borsäure.

§. 39.

Die Borsäure findet sich frei in den Dämpfen, die aus dem vulkanischen Boden Toskana's aufsteigen, und in Folge davon auch in den kleinen Seen, welche sich an den Ausgängen der Spalten natürlich gebildet haben, oder die daselbst künstlich hergestellt worden sind. Beim Verdunsten des Wassers krystallisirt wasserhaltige Borsäure heraus und führt, so erhalten, den Namen Sassolin. — Außerdem findet sich die Borsäure, an Basen gebunden, in manchen Mineralien, namentlich dem Tinkal oder rohen Borax (der Hauptsache nach einer Verbindung von Borsäure und Natron). Man erhält sie am einfachsten aus dem im Handel vorkommenden gereinigten Borax, durch Zusammenbringen seiner heißen, concentrirten, wässerigen Lösung mit einer stärkeren Säure, welche mit dem Natriumoxyd ein leicht lösliches Salz bildet (z. B. Schwefelsäurehydrat); dieselbe tritt alsdann an das Natriumoxyd des Boraxes, während sich die Borsäure mit Wasser vereinigt. Da nun diese Verbindung in kaltem Wasser schwer löslich und krystallisirbar ist, so scheidet sie sich beim Erkalten in Krystallblättchen aus, und kann leicht von dem entstandenen Salze, welches gelöst bleibt, getrennt werden. Die so erhaltene Verbindung der Borsäure mit Wasser führt den Namen krystallisirte Borsäure. Erhitzt man dieselbe stark, aber nicht bis zum Glühen, so verliert sie einen Theil ihres Wassers und geht in Borsäurehydrat über. Beim Glühen entweicht endlich alles Wasser und es bleibt reine Borsäure.

Dieselbe stellt einen durchsichtigen, farblosen, harten, glasähnlichen, geruchlosen, schwach bitterlich, aber nicht sauer schmeckenden, Lackmus schwach röthenden Körper da. Sie schmilzt in der Rothglühhitze und ist bei keiner Temperatur flüchtig. In Wasser ist sie löslich, in heißem leichter als in kaltem. Erhitzt man ihre wässerige Lösung zum Sieden, so entweicht mit den Wasserdämpfen viel Borsäure. Dasselbe geschieht, wenn man die Lösung der Borsäure in Weingeist erwärmt, und veranlaßt, daß die Weingeistflamme stark grün gefärbt erscheint. Die Zusammensetzung und das Aeq. der Borsäure wird durch die Formel BO_3 ausgedrückt.

Die Borsäure verbindet sich mit Basen zu borsauren Salzen. Die neutralen enthalten 1 Aeq. Sauerstoff in der Base auf 3 Aeq.

Sauerſtoff in der Säure. Läßt man die Borſäure auf wäſſerige Löſungen anderer Salze wirken, ſo erkennt man, daß ſie nur die wenigſten von ihren Baſen zu trennen vermag; läßt man ſie aber in der Glühhitze einwirken, ſo treibt ſie, ihrer Feuerbeſtändigkeit halber, alle irgend flüchtigen Säuren aus ihren Verbindungen aus. — Die Salze, welche die Borſäure mit Alkalien bildet, ſelbſt die mit überſchüſſiger Säure, reagiren alkaliſch.

6. Kieſel.

§. 40.

a. Vorkommen. Der Kieſel (Silicium) findet ſich nie frei in der Natur. Die Kieſelſäure aber, eine Verbindung des Kieſels mit Sauerſtoff, kommt, theils rein, theils mit Baſen verbunden, im Mineralreich in ſo außerordentlicher Menge und ſolcher Verbreitung auf der Erde vor, daß man den Kieſel als eines der vorwaltendſten Elemente betrachten muß. — In der genannten Verbindung findet ſich der Kieſel auch im Pflanzen- und Thierreich.

b. Darſtellung. Den Kieſel kann man in reiner Form erhalten, indem man ſeine Verbindung mit Fluor — das Kieſelfluorgas, welches wir unten §. 58 werden kennen lernen — über erhitztes Kalium leitet. In dem Fall wird das Kieſelfluor zerſetzt, das Fluor verbindet ſich mit dem Kalium, der Kieſel wird abgeſchieden und kann durch Waſchen mit Waſſer von dem gebildeten Fluorkalium befreit werden.

c. Eigenſchaften. Der Kieſel ſtellt einen glanzloſen, dunkelbraunen, pulverförmigen Körper dar. Derſelbe iſt unſchmelzbar, nicht flüchtig, in Waſſer unlöslich, in Sauerſtoff oder Luft unverbrennlich, beim Glühen mit Salpeter (ſalpeterſaurem Kaliumoxyd) mit Heftigkeit ſich oxydirend.

d. Zuſammenſetzung, Zeichen, Name. Das Aequivalent des Kieſels iſt 184,88. Das Zeichen für 184,88 Kieſel gleich 1 Aeq. Kieſel, iſt Si (die Anfangsbuchſtaben des lateiniſchen Namens Silicium). — Den Namen Kieſel hat man dem in Rede ſtehenden Element gegeben, weil es ein Hauptbeſtandtheil des Kieſelſteins iſt. — Derſelbe iſt nämlich eine Verbindung des Kieſels mit Sauerſtoff (Kieſelſäure).

e. Verbindungen. Der Kieſel verbindet ſich mit manchen anderen Elementen. Von den daraus hervorgehenden Verbindungen intereſſirt uns nur eine; dieſe aber auch in hohem Grade. Es iſt die aus der Vereinigung von

Kiesel und Sauerstoff

hervorgehende, die

Kieselsäure.

§. 41.

a. Vorkommen. Daß die Kieselsäure überaus häufig in der Natur vorkommt, wurde oben bereits erwähnt. Um das Gesagte klarer zu machen, sei erwähnt, daß Bergkrystall, Quarz, Feuerstein, Chalcedon, Hornstein, Opal ꝛc. reine oder fast reine Kieselsäure, — Granit, Gneis ꝛc. Kieselsäure (Quarz) enthaltende Gemenge, — Feldspath, Chlorit, Glimmer, Thon ꝛc. ꝛc. kieselsaure Salze oder Doppelsalze sind.

b. Eigenschaften. Die Kieselsäure erscheint bald krystallisirt, bald amorph. Im ersteren Falle ist sie farblos, durchsichtig, sehr hart (wie im Bergkrystall), im letzteren durchscheinend (Opal) oder weiß, pulverig (aus Kieselverbindungen abgeschiedene Kieselsäure, deren Darstellung siehe unten d.). Die Kieselsäure ist geschmack- und geruchlos, unlöslich in Wasser, in sehr hoher Temperatur zur durchsichtigen Flüssigkeit schmelzbar. Lackmus röthet sie nicht.

c. Zusammensetzung. Durch Oxydation des Kiesels mit Salpeter fand man, daß sich 51,97 Sauerstoff mit 48,03 Kiesel zu 100 Kieselsäure vereinigen. Da nun die Kieselsäure die einzige Verbindung ist, welche der Kiesel mit Sauerstoff eingeht, so müßte sich das Aequivalent des Kiesels aus der Gleichung

$$51{,}97 : 48{,}03 = 100 : x$$

ergeben. Rechnet man diese aber aus, so findet man $x = 92{,}44$, also nur halb so groß als die oben angegebene Zahl (184,88). Diese Abweichung von der Regel kommt daher, daß man, weil die kieselsauren Salze große Uebereinstimmung mit den kohlensauren zeigen, angenommen hat, die Kieselsäure sei der Kohlensäure (CO_2) entsprechend zusammengesetzt, nicht aber dem Kohlenoxydgas (CO), daß man demnach in obigem Ansatz in's dritte Glied statt 1 Aeq. Sauerstoff = 100, 2 Aeq. Sauerstoff = 200 gesetzt hat. In der That, die Gleichung

$$51{,}97 : 48{,}03 = 200 : x$$

giebt $x = 184{,}88$, d. i. das angegebene Aequivalent des Kiesels. In der Kieselsäure kommen demnach auf 184,88 Kiesel 200 Sauerstoff, oder das Verhältniß der Aequivalente beider Bestandtheile wird durch 1:2 ausgedrückt. — Das Aequivalent der Kieselsäure bestimmte man nun auf folgende Art, von der Annahme ausgehend, daß man 1 Aeq. Kieselsäure die Größe nennen wolle, welche 1 Aeq. einer andern

Säure, z. B. Kohlensäure, in einer Verbindung zu ersetzen vermöge. — Man schmolz eine gewogene Menge Kieselsäure mit einer gewogenen Menge eines kohlensauren Salzes zusammen, bestimmte den Gewichtsverlust und fand so, daß 275 Kohlensäure (1 Aeq.) durch 384,88 (demnach auch 1 Aeq.) Kieselsäure ausgetrieben werden. Somit drückt man die Zusammensetzung eines Aequivalents Kieselsäure durch die Formel SiO_2 aus, denn 184,88 = 1 Aeq. Kiesel und 200 = 2 Aeq. Sauerstoff sind 384,88.

d. Verbindungen. 1) Die Kieselsäure verbindet sich mit Wasser. Scheidet man die Kieselsäure auf irgend eine Art bei Gegenwart von Wasser ab, z. B. indem man die Lösung eines kieselsauren Salzes durch eine stärkere Säure zerlegt, so verbindet sich die Kieselsäure mit Wasser zu Kieselsäurehydrat. Dieses stellt bald eine aufgequollene, gallertartige Masse, bald ein weißes Pulver dar und unterscheidet sich von der reinen Kieselsäure vor Allem dadurch, daß es in Wasser mehr oder weniger löslich ist. Seine Lösung schmeckt und reagirt nicht sauer und setzt beim Abdampfen das Hydrat wieder ab. Beim Trocknen (schon bei gewöhnlicher Temperatur) und Glühen verliert das Kieselsäurehydrat sein Wasser und geht in Kieselsäure über. Die Verhältnisse, in denen sich die Kieselsäure mit Wasser verbinden, sind noch nicht genau ermittelt. Mit ihrer genaueren Kenntniß wird man auch erfahren, wovon es abhängt, daß auf verschiedene Art erhaltenes Kieselsäurehydrat sich in Hinsicht auf Löslichkeit so ungleich verhält.

2) Die Kieselsäure vereinigt sich mit Sauerstoffbasen zu kieselsauren Salzen. Von denselben kommen viele in der Natur vor, welche für uns von der größten Wichtigkeit sind, da sie die Hauptmasse der Ackererde ausmachen. — Künstlich erhält man kieselsaure Salze, indem man Kieselerde mit Basen zusammenschmilzt, oder indem man sie mit der wässerigen Lösung von Basen (Alkalien) kocht. Auf letztere Art lassen sich nur aus amorpher Kieselsäure oder aus Kieselsäurehydrat kieselsaure Salze darstellen, nicht aber aus krystallisirter. — In den neutralen kieselsauren Salzen verhält sich der Sauerstoff der Basis zu dem der Kieselsäure wie 1 : 2; die Sättigungscapacität derselben ist demnach $\frac{1}{2}$. Die Kieselsäure bildet auch basische und saure Salze. — Die in Wasser löslichen kieselsauren Salze werden durch andere Säuren unter Abscheidung der Kieselsäure leicht zerlegt, selbst durch Kohlensäure. Die in Wasser unlöslichen hingegen kann man in zwei Gruppen bringen, nämlich in solche, die durch Säuren zerlegbar sind, und in solche, die es nicht sind. Wir werden auf diesen Unterschied bei den einzelnen für uns wichtigen Salzen zurückkommen.

7. Schwefel.

§. 42.

a. Vorkommen. Der Schwefel ist einer der verbreitetsten Körper auf der Erde. In unverbundenem Zustande findet er sich massenhaft angehäuft in der Nähe von Vulkanen, in Verbindung mit Metallen bildet er eine große Anzahl überall verbreiteter Erze, am häufigsten aber kommt er in Verbindung mit Sauerstoff und Salzbasen (in schwefelsauren Salzen) vor. Auch in manchen Substanzen des Thier- und Pflanzenreichs findet sich Schwefel.

b. Darstellung. Um den in der Natur in größerer Menge vorkommenden Schwefel rein zu erhalten, muß man entweder den unverbunden vorkommenden durch Destillation von seinen erdigen Beimengungen befreien, wie dies z. B. in Sicilien in großen irdenen, mit einem Halse versehenen topfförmigen Retorten geschieht, oder man muß ihn aus chemischen Verbindungen abscheiden. Zu letzterem Behufe eignet sich vorzugsweise der Schwefelkies (eine sehr häufig vorkommende Verbindung von Schwefel mit Eisen), da er beim Erhitzen einen Theil seines Schwefels abgiebt. —

Der nach der einen oder anderen Methode erhaltene Schwefel ist noch nicht völlig rein, sondern meist noch durch einen Gehalt an erdigen oder Erztheilen (welche bei den vorher beschriebenen Operationen mechanisch mitgerissen wurden) verunreinigt. Er führt den Namen Rohschwefel. — Man reinigt ihn in eigenen Oefen (Schwefel-Raffinieröfen). Dieselben bestehen aus zwei Haupttheilen, erstlich aus einem gußeisernen Kessel, in welchem man den Schwefel durch Erhitzung verdampft, zweitens aus einer gemauerten Kammer, in welche der Schwefeldampf geleitet wird. — So lange diese noch kalt ist (in den ersten Tagen der Läuterung), kühlt sich der Schwefeldampf schon in der Luft der Kammer ab und fällt als Pulver zu Boden (Schwefelblumen), wird aber die Kammer heiß (im Verlaufe der Operation), so verdichtet sich der Schwefeldampf nur bis zum flüssigen Zustand, und es sammelt sich daher flüssiger Schwefel auf dem Boden der Kammer an. Er wird abgelassen, und durch Eingießen in nasse Holzformen meist in Stangenform gebracht (Stangenschwefel).

c. Eigenschaften. Der in der Natur vorkommende Schwefel ist ein fester, gelber, spröder, durchscheinender, geschmack- und geruchloser Körper. Beim Reiben entwickelt er einen schwachen Geruch. Sein spec. Gewicht ist $=2{,}0454$. Häufig kommt er in sehr schönen Krystallen vor (Rhombenoctaëdern). — Er läßt sich leicht entzünden

und verbrennt mit blauer Flamme unter Verbreitung eines erstickenden Geruchs. — Erwärmt man ihn, so wird er dunkelgelb, bei 112° C. schmilzt er zu einer dünnen, durchsichtigen, bräunlichgelben Flüssigkeit, welche bei gesteigerter Hitze dunkel rothbraun und zähe-flüssig, bei noch stärkerer aber wieder dünner flüssig wird, bei 420° C. endlich beginnt er zu sieden und verwandelt sich in ein pomeranzenfarbenes Gas, welches sich beim Abkühlen je nach Umständen zur Flüssigkeit oder zu Pulver verdichtet. — Läßt man den geschmolzenen Schwefel sich abkühlen, bis er auf der Oberfläche anfängt zu erstarren, und gießt alsdann den geschmolzenen Theil ab, so sieht man, daß der erstarrte Theil eine Masse sehr spitzer, stark durchscheinender Krystalle bildet (schiefe rhombische Säulen) von bräunlicher Farbe und 1,982 spec. Gewicht. — Bleiben sie jedoch nur einige Tage stehen, so werden sie gelb. Die Krystallform, in welcher der Schwefel in der Natur vorkommt, ist so abweichend von der eben beschriebenen, daß man beide nicht auf einander zurückführen kann. Aus diesem Grunde heißt man den Schwefel einen dimorphen (zweigestaltigen) Körper. — Der Uebergang des bräunlichen Schwefels in gelben beruht darauf, daß die eine Krystallgestalt in die andere übergeht. Dieser Uebergang erfolgt jedoch nur innerlich, denn äußerlich bleiben die spitzen Krystalle scheinbar unverändert.

Erhitzt man Schwefel, bis er braunroth und dickflüssig geworden, und gießt ihn alsdann in dünnem Strahl in kaltes Wasser, so bleibt er auch nach dem Abkühlen weich, und stellt einen braunen, elastischen Körper von 1,96 spec. Gew. dar — amorphen Schwefel —, der jedoch nach einiger Zeit hart und gelb wird (innerlich die erstbetrachtete Schwefelform annimmt).

Löst man Schwefel in einer Flüssigkeit in der Kälte auf (es giebt einige, die dies möglich machen), so scheidet er sich bei Verdunstung derselben in Krystallen aus, die denen gleich sind, in welchen er in der Natur vorkommt; aus heißen Flüssigkeiten dagegen krystallisirt er in der spitzen Form.

d. Aequivalent, Zeichen, Name. Die Aequivalentzahl des Schwefels ist 200,0. Das Zeichen für 200 Schwefel = 1 Aeq. Schwefel S (der Anfangsbuchstabe von Sulphur, dem lateinischen Namen des Schwefels).

e. Verbindungen. Der Schwefel vereinigt sich fast mit allen übrigen Elementen und bildet damit Verbindungen der verschiedensten Art, die man in Allgemeinen Schwefelverbindungen oder Sulphurete nennt. — Mit vielen Elementen vereinigt er sich unmittelbar, wenn er bei geeigneter Temperatur mit ihnen in Berührung

kommt; oft erfolgt die Verbindung unter Feuererscheinung (z. B. Kupfer und Schwefel). — Die Schwefelverbindungen können den Sauerstoffverbindungen ganz an die Seite gestellt werden. Wie jene lassen sie sich in drei Gruppen ordnen, die den sauren, basischen und indifferenten Oxyden genau entsprechen, nämlich 1) in saure Sulphurete (Sulphosäuren, Sulphide), 2) in basische Sulphurete, 3) in indifferente Sulphurete. — Wie durch Vereinigung von Sauerstoffsäuren mit Sauerstoffbasen Sauerstoffsalze entstehen, so entstehen durch Zusammentreten von Sulphosäuren mit Sulphobasen, Sulphosalze, — und wie aus der Verbindung von zwei Sauerstoffsalzen Sauerstoffdoppelsalze hervorgehen, so gehen aus der Verbindung von zwei Sulphosalzen Sulphodoppelsalze hervor.

Nicht in diese Gruppen lassen sich die Verbindungen ordnen, welche der Schwefel mit Sauerstoff eingeht. Dieselben müssen nämlich ihrer ganzen Natur nach nicht als Schwefelverbindungen des Sauerstoffs, sondern als Sauerstoffverbindungen des Schwefels betrachtet werden. Der Schwefel, nicht der Sauerstoff, ist in denselben die Grundlage (das Radikal). — Von den Verbindungen des Schwefels haben wir hier folgende zu betrachten:

I. Schwefel und Sauerstoff.

Der Sauerstoff verbindet sich mit dem Schwefel in vielen Verhältnissen. Von den daraus hervorgehenden Verbindungen interessiren uns jedoch nur zwei. Diese aber auch um so mehr, weil sie in den Künsten und Gewerben, namentlich auch den landwirthschaftlichen, eine häufige Anwendung finden. Beide sind Säuren. Die mit geringerem Sauerstoffgehalt heißt schweflige Säure, die mit dem größeren Schwefelsäure.

1. Schweflige Säure.

§. 43.

a. Darstellung. Die schweflige Säure ist die Ursache des erstickenden Geruchs, den wir oben bei Verbrennung des Schwefels bereits kennen gelernt haben. Sie entsteht in der That immer, wenn Schwefel in Sauerstoffgas oder atmosphärischer Luft verbrennt, kann jedoch, wie wir bei der Schwefelsäure sehen werden, auch dadurch erhalten werden, daß man dieser einen Theil ihres Sauerstoffs auf geeignete Weise entzieht.

b. Eigenschaften. Die schweflige Säure ist bei gewöhnlicher Temperatur und gewöhnlichem Luftdrucke ein farbloses, stechend, eigenthümlich riechendes, erstickendes Gas von 2,218 spec. Gew., nicht brennbar, Brennen und Athmen nicht unterhaltend, sondern im Ge-

gentheil beide unterdrückend. Daher beengt sie, schon in geringer Menge der Luft beigemengt, das Athmen, daher entwickelt man sie durch Verbrennen von Schwefel in Kaminen, wenn der darin brennende Ruß gelöscht werden soll. Durch starke Abkühlung oder hohen Druck läßt sich das schwefligsaure Gas zu einer Flüssigkeit verdichten.

c. Zusammensetzung. Die Zusammensetzung der schwefligen Säure hat man ermittelt, indem man eine gewogene Menge Schwefel mit Hülfe von darüber geleitetem Sauerstoff verbrannte und die entstandene Menge schwefelige Säure dem Gewichte nach bestimmte. Man fand so, daß sich genau 50 Gewichtstheile Schwefel mit 50 Gewichtstheilen Sauerstoff zu 100 Theilen schwefliger Säure verbinden. Da man nun aber noch eine niedrigere Sauerstoffverbindung des Schwefels kennt, die auf 50 Theile Schwefel nur 25 Theile Sauerstoff enthält, so mußte aus dieser das Aequivalent des Schwefels abgeleitet werden. Die Gleichung

$$25 : 50 = 100 : x$$

ergab 200 als Aequivalent des Schwefels. In der schwefligen Säure kommen demnach auf 200 Schwefel 200 Sauerstoff. Da man nun durch Analyse der schwefligsauren Salze das Aequivalent derselben = 400 gefunden hat, so muß die schweflige Säure die Formel SO_2 erhalten, denn 1 Aeq. Schwefel = 200 und 2 Aeq. Sauerstoff = 200 sind 400.

d. Verbindungen. Die schweflige Säure wird von Wasser in ziemlichem Maße gelöst. Die Lösung riecht wie das Gas, schmeckt schrumpfend, sauer, röthet blaues Lackmuspapier und bleicht es sodann. In gleicher Weise bleicht die in Wasser gelöste, oder auch die gasförmige schweflige Säure Rosen und andere Farbstoffe des Pflanzen- und Thierreichs, daher die Anwendung derselben zum Bleichen der rohen Wolle und Seide, der Weiden ꝛc. Dieses Bleichen beruht nicht auf einer Zerstörung der färbenden Stoffe, sondern darauf, daß sich dieselben mit der schwefligen Säure zu farblosen Verbindungen locker vereinigen, wie man dies daraus deutlich ersehen kann, daß die gebleichten Rosen wieder roth werden, wenn man sie in die Lösung einer stärkeren Säure (Schwefelsäure) bringt, — daß die gebleichte Wolle beim Waschen wieder gelb wird ꝛc. — Mit den Basen vereinigt sich die schweflige Säure zu den schwefligsauren Salzen (Verhältniß des Sauerstoffs der Base zu dem der Säure in den neutralen Salzen wie 1 : 2). — In den landwirthschaftlichen Gewerben findet die schweflige Säure Anwendung zum Schwefeln der Fässer (siehe unten).

2. Schwefelsäure.

§. 44.

a. Vorkommen. Die Schwefelsäure findet sich in freiem Zustande nur sparsam in Quellen und Bächen in der Nähe von Vulkanen; außerordentlich häufig dagegen in Form schwefelsaurer Salze (Gyps, Schwerspath ꝛc.), wie oben bereits bemerkt.

b. Darstellung. Mengt man schweflige Säure mit Sauerstoffgas, so verbinden sich beide nicht. Leitet man aber das Gemenge durch eine erhitzte, fein zertheiltes Platin enthaltende Röhre, so kommt dasselbe nicht unverändert aus der Röhre, wie man sowohl daran erkennt, daß dem austretenden Gase der Geruch der schwefligen Säure mangelt, als auch daran, daß es, mit der Luft in Berührung, dicke, weiße Nebel bildet, und endlich daran, daß es sich schon verdichtet, wenn man es in ein, durch Eis oder recht kaltes Wasser abgekühltes Gefäß leitet. In letzterem Falle erhält man eine anfangs flüssige, allmälig strahlig krystallinisch erstarrende Masse. Es ist Schwefelsäure.

c. Eigenschaften. Die Schwefelsäure schmilzt bei 22° C., siedet bei 54° C., verdunstet schon bei gewöhnlicher Temperatur. Das Gas, mit Luft in Berührung, erzeugt jene dicken, weißen, erstickenden Nebel, die bereits oben erwähnt wurden. Feuchtes Lackmuspapier röthet sie auf's stärkste, organische Substanzen zerstört sie unter Bildung schwarzbrauner Produkte.

d. Zusammensetzung. Aus der beschriebenen Bildungsweise der Schwefelsäure (das Platin bleibt unverändert; über die Art seiner Wirkung bei diesem Proceß vergl. §. 158) ersehen wir ohne Mühe, daß dieselbe nur aus Schwefel und Sauerstoff bestehen könne, und ferner, daß sie mehr Sauerstoff als die schweflige Säure enthalten müsse. Ihre Analyse ergab, daß sie auf 50 Gewichtstheile Schwefel 75 Gewichtstheile Sauerstoff, also anderthalbmal so viel als die schweflige Säure enthält, und die Analyse ihrer Verbindungen ergab als Aequivalent der Schwefelsäure 500. Die Formel derselben muß demnach SO_3 sein, denn 1 Aeq. Schwefel = 200 und 3 Aeq. Sauerstoff = 300 sind 500.

e. Verbindungen. 1) Mit Wasser. Bringt man Schwefelsäure in Wasser, so vereinigen sich beide unter sehr starker Erhitzung; daher entsteht ein Zischen, ähnlich dem, welches glühendes Eisen in Wasser verursacht. Erhitzt man die so erhaltene Flüssigkeit, so entweicht Wasserdampf, und setzt man dasselbe fort, bis kein solcher mehr wahrzunehmen ist, so erhält man im Rückstande eine Flüssigkeit, die

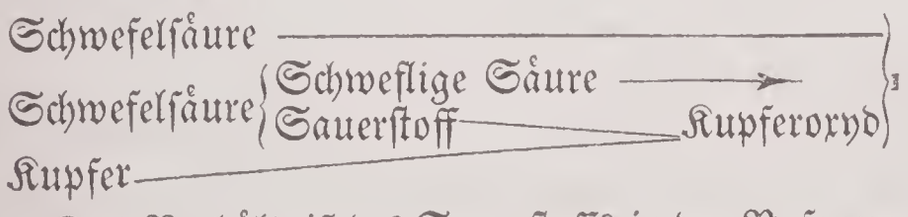
erst bei 327° C. in's Sieden kommt und, in einer Retorte erhitzt, unverändert in der Vorlage wieder erhalten wird. Hat man die zu dem Versuche verwendete Schwefelsäure gewogen, und bestimmt man jetzt das Gewicht der so erhaltenen Flüssigkeit, so findet man, daß letzteres mehr beträgt, und zwar, daß 500 Schwefelsäure (1 Aeq.) zu 612,5 geworden sind. Dieses Mehrgewicht kann nur von mit der Schwefelsäure in Verbindung getretenem Wasser herrühren. Die Gewichtszunahme beträgt 112,5, das ist genau 1 Aeq. Wasser. Demnach ist die erhaltene Flüssigkeit *Schwefelsäurehydrat*, und ihre Formel SO_3, HO. — Das Schwefelsäurehydrat stellt eine wasserhelle, wie Oel fließende, erst bei — 25° erstarrende, geruchlose Flüssigkeit dar. Holz, Papier und die meisten anderen organischen Substanzen zerstört sie rasch unter Bildung braunschwarzer Produkte. Sie wirkt daher auch auf thierische Gebilde zerstörend und muß mit Vorsicht gehandhabt werden. — An feuchter Luft stehend nimmt sie durch Wasseraufnahme rasch an Gewicht zu; mit Wasser läßt sie sich in jedem Verhältniß mischen. Die Vereinigung erfolgt unter starker Erhitzung. — Eine solche Mischung von Schwefelsäurehydrat mit Wasser wirkt bei hinreichendem Wassergehalte nicht mehr verkohlend, schmeckt und reagirt höchst sauer und führt den Namen *verdünnte Schwefelsäure*. Wie sich diese beim Erhitzen verhält, haben wir bei der Darstellung des Schwefelsäurehydrats bereits gesehen. —

Seiner überaus häufigen Anwendung in Künsten, Gewerben ꝛc. halber, wird das Schwefelsäurehydrat in großem Maßstabe dargestellt und unter dem Namen *englische Schwefelsäure* (in nicht völlig reinem Zustande) in den Handel gebracht. Die Fabrikation der englischen Schwefelsäure wird betrieben, indem man, durch Verbrennen von Schwefel erzeugte, schweflige Säure mit Stickoxydgas, Luft und Wasserdampf in großen, aus Bleiplatten gebildeten Kammern zusammenbringt, und die hierbei entstehende verdünnte Schwefelsäure durch Abdampfen in Bleipfannen, zuletzt durch Erhitzen in Glas- oder Platin-Retorten, in Schwefelsäurehydrat überführt. Die Erzeugung der Schwefelsäure beruht darauf, daß das Stickoxydgas, mit Luft in Berührung, Sauerstoff aufnimmt, denselben aber bei Gegenwart von Wasser sogleich wieder an die schweflige Säure abgiebt, und diese so in Schwefelsäure verwandelt.

Bringt man wasserfreie Schwefelsäure, fest oder in Gasform, mit Schwefelsäurehydrat in Berührung, so mischen sich beide, und zwar in jedem Verhältniß, und bilden eine an der Luft, durch Abgabe von Schwefelsäuredämpfen, rauchende, organische Substanzen

sehr schnell zerstörende, in Wasser getröpfelt sich unter Zischen damit vereinigende, wie Oel fließende Flüssigkeit, die den Namen rauchende Schwefelsäure erhalten hat. Auch eine derartige Flüssigkeit wird fabrikmäßig dargestellt, und unter dem Namen rauchendes Vitriolöl, Nordhäuser oder Sächsische Schwefelsäure in den Handel gebracht. Ihre Bereitung beruht auf der Zersetzung schwefelsauren Eisenoxyds. Dasselbe zerfällt nämlich in der Glühhitze in zurückbleibendes Eisenoxyd und entweichende Schwefelsäure. Diese wird in Wasser oder in Schwefelsäurehydrat geleitet, bis die vorgeschlagene Flüssigkeit einen beliebigen Gehalt erreicht hat. Die Zersetzung geschieht in Thonretorten. — Erhitzt man rauchende Schwefelsäure in einer Retorte gelinde, so trennen sich die gemischten Bestandtheile, das Schwefelsäurehydrat bleibt zurück, die Schwefelsäure verdampft und läßt sich in einer abgekühlten Vorlage leicht verdichten. Das Nordhäuser Vitriolöl ist somit ein billiges und sehr geeignetes Material zur Darstellung der wasserfreien Schwefelsäure.

2) Mit Basen vereinigt sich die Schwefelsäure zu schwefelsauren Salzen. Dieselben können durch unmittelbares Zusammenbringen der wasserfreien Schwefelsäure mit Basen erhalten werden. Die Vereinigung erfolgt bei manchen unter Feuererscheinung. Bequemer jedoch erhält man sie, wenn man verdünnte Schwefelsäure anwendet. Auch durch Einwirkung von verdünnter Schwefelsäure oder Schwefelsäurehydrat auf manche Metalle erhält man schwefelsaure Salze. Bei Anwendung ersterer liefert das vorhandene Wasser unter Entbindung von Wasserstoff den zur Oxydation des Metalls nöthigen Sauerstoff (vergl. oben die Darstellung des Wasserstoffs aus Zink, §. 24), bei Anwendung letzterer ein Theil der Schwefelsäure. Dieselbe giebt jedoch nicht ihren ganzen Gehalt an Sauerstoff, sondern nur $\frac{1}{3}$ ab, so daß demnach schweflige Säure entsteht. Die Darstellung schwefelsauren Kupferoxyds aus Kupfer und Schwefelsäurehydrat bietet demnach ein einfaches Mittel zur Gewinnung von schwefliger Säure. Folgendes Schema versinnlicht den Proceß. Das Wasser spielt dabei keine Rolle und ist somit im Schema weggelassen.



Das Verhältniß des Sauerstoffs in der Base zum Sauerstoff in der Säure ist bei den neutralen schwefelsauren Salzen wie 1 : 3. Die Sättigungscapacität der Schwefelsäure ist demnach = $\frac{1}{3}$. Die Schwefel-

säure bildet auch basische und saure Salze. Viele von den schwefelsauren Salzen sind für uns, ihres Vorkommens und ihrer mannigfachen Anwendung halber von großem Interesse.

II. Schwefel und Wasserstoff.

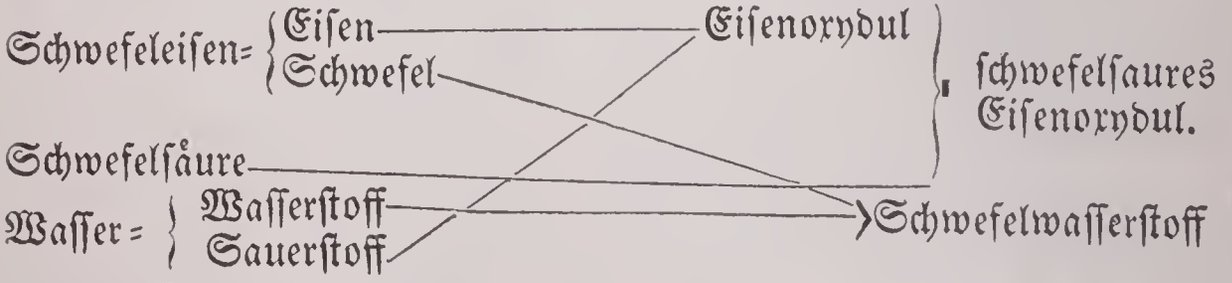
Der Schwefel bildet mit dem Wasserstoff zwei verschiedene Verbindungen, von denen die eine für uns ohne Interesse ist, die andere hingegen von um so größerem. Diese führt den Namen Schwefelwasserstoff oder Wasserstoffsulphid. Der erstere Name ist am gebräuchlichsten, der letztere aber bezeichnender, weil man aus ihm sogleich ersieht, daß die fragliche Verbindung zu der Gruppe der sauren Sulphurete gehört.

Schwefelwasserstoff (Wasserstoffsulphid).

§. 45.

a. Vorkommen. Der Schwefelwasserstoff kommt in der Natur weit verbreitet, aber nicht in großer Menge vor, z. B. in faulen Eiern, in den Ausdünstungen der Cloaken, überhaupt überall, wo schwefelhaltige organische Körper faulen, ferner aufgelöst in Wasser in manchen Mineralwassern (Schwefelwassern) u. s. w.

b. Darstellung. Man erhält Schwefelwasserstoff, wenn man Wasserstoffgas durch geschmolzenen Schwefel leitet, also durch unmittelbare Verbindung seiner Elemente. Die Vereinigung geht jedoch so träge von Statten, daß diese Darstellungsmethode nicht bequem ist. Leicht und in großer Menge erhält man dagegen die Verbindung, wenn man manche Schwefelmetalle mit verdünnter Schwefelsäure (oder anderen verdünnten Säuren) zusammenbringt. Hierbei wird Wasser zerlegt, sein Sauerstoff verbindet sich mit dem Metall, sein Wasserstoff mit dem Schwefel des Schwefelmetalls, die Säure endlich mit dem entstandenen Oxyd zu schwefelsaurem Salz. Am bequemsten zur Darstellung ist das Schwefeleisen. Die Zersetzung erhellt aus folgendem Schema:



c. Eigenschaften. Der Schwefelwasserstoff ist bei gewöhnlicher Temperatur und gewöhnlichem Luftdruck ein farbloses, eigenthümlich übelriechendes Gas. (Da die faulen Eier nach Schwefelwasserstoff riechen, so sagt man gewöhnlich, es rieche nach faulen

Eiern). Sein Geschmack erinnert an den Geruch. Durch sehr starke Abkühlung oder hohen Druck läßt es sich zur Flüssigkeit verdichten. Sein spec. Gew. ist 1,1786. Es läßt sich entzünden und brennt mit blauer Flamme unter Bildung von schwefliger Säure und Wasser. Brennende Körper erlöschen, Thiere sterben darin sogleich. Schon in geringer Menge der Luft beigemischt wirkt es giftig. — Feuchtes Lackmuspapier röthet es. Die Röthung verschwindet beim Trocknen, weil der Schwefelwasserstoff dabei entweicht. — Viele Metalloxyde, rein oder auch mit Säuren verbunden, zersetzen den Schwefelwasserstoff, unter Bildung von Wasser und Schwefelmetallen. Diese Zersetzungsweise wird in der analytischen Chemie zur Erkennung der Metalle in Lösungen und zu ihrer Abscheidung sehr häufig benutzt. Folgendes Schema mag sie versinnlichen:

d. Zusammensetzung. Daß das in Rede stehende Gas aus Schwefel und Wasserstoff bestehen müsse, kann man schon aus seinen, oben angeführten, Verbrennungsprodukten ersehen, — desgleichen, wenn man es durch eine glühende Röhre leitet; denn in dem Fall wird es geradezu in seine Bestandtheile zerlegt. Der Schwefel setzt sich im kälteren Theil der Röhre an, der Wasserstoff entweicht. Wägt man die beiden getrennten Bestandtheile, so findet man, daß in 100 Gewichtstheilen Schwefelwasserstoff 5,88 Theile Wasserstoff mit 94,12 Theilen Schwefel vereinigt waren, auf 12,5 Theile Wasserstoff = 1 Aeq. kommen demnach 200 Theile Schwefel = 1 Aeq. — Da man nun durch Analyse der Verbindungen des Schwefelwasserstoffs sein Aequivalent = 212,5 gefunden hat, so muß seine Formel HS sein.

e. Verbindungen. 1) Der Schwefelwasserstoff löst sich in Wasser. 1 Raumtheil Wasser nimmt bei gewöhnlicher Temperatur 2—3 Raumtheile Gas auf. Die Lösung führt den Namen Schwefelwasserstoffwasser und ist bei chemischen Analysen in häufigem Gebrauch. 2) Der Schwefelwasserstoff (eine Sulphosäure) verbindet sich mit Sulphobasen zu Sulphosalzen. Einige solche sind für uns von Interesse. Wir werden sie später kennen lernen.

8. Phosphor.

§. 46.

a. Vorkommen. Der Phosphor findet sich niemals in reinem Zustande in der Natur, allgemein verbreitet aber, wenn auch nicht in sehr bedeutender Menge, in Verbindung mit Sauerstoff und Basen (in Form phosphorsaurer Salze) im Mineral-, Pflanzen- und Thierreich. Am reichsten daran sind die Samen der Pflanzen und vor allem die Knochen der Thiere. — Verbindungen des Phosphors mit anderen Elementen kommen nur sparsam vor.

b. Darstellung. Der Phosphor wird fabrikmäßig dargestellt, und zwar aus einer seiner Sauerstoffverbindungen, der Phosphorsäure, die man zu dem Behufe, noch in Verbindung mit einer Portion Kalk, durch englische Schwefelsäure aus der Knochenasche (im Wesentlichen einer Verbindung von Phosphorsäure mit Kalk) abscheidet. Die abgeschiedene kalkhaltige Phosphorsäure wird nunmehr mit Kohle gemengt, und das wohlgetrocknete Gemenge in einer Thonretorte auf's stärkste erhitzt. Die Kohle entzieht dabei einem Theil der Phosphorsäure den Sauerstoff, es entwickeln sich Kohlenoxydgas und Phosphordampf, von denen der letztere in der Wasser enthaltenden Vorlage verdichtet wird, während das erstere entweicht. Der andere Theil Phosphorsäure wird nicht zerlegt, sondern bleibt mit dem Kalk verbunden zurück.

c. Eigenschaften. Der Phosphor ist, frisch bereitet, ein farbloser, fettglänzender, mehr oder weniger durchscheinender Körper von 2,089 spec. Gew. — Er läßt sich in der Kälte brechen, bei gewöhnlicher Temperatur schneiden und biegen. Er hat einen eigenthümlichen, knoblauchartigen Geruch, raucht an der Luft, leuchtet im Dunkeln, entzündet sich überaus leicht, muß daher mit großer Vorsicht gehandhabt und stets unter Wasser aufbewahrt werden. Von seiner Leichtentzündlichkeit geben die Reibzündhölzchen einen deutlichen Beweis. Die Phosphor enthaltende Masse an ihrer Spitze entzündet sich wie bekannt schon durch die beim Reiben an einer rauhen Fläche bewirkte Temperaturerhöhung*). Bei 45° schmilzt der Phosphor, bei 290° siedet er. Von ersterer Eigenschaft macht man in Fabriken Anwendung, d. h. man schmilzt den Phosphor unter Wasser, um ihm eine für den Handel geeignete Form — Stangenform — zu geben.

*) Die Masse besteht aus 12 Theilen arabischem Gummi, 5 Theilen Phosphor, 6 Theilen Braunstein oder Mennige und 16 Theilen Salpeter.

Bei Einwirkung des Lichts wird der unter Wasser aufbewahrte Phosphor erst gelb, dann roth, endlich weiß. — Innerlich genommen wirkt der Phosphor überaus giftig, daher die Anwendung des sogenannten Phosphorteigs zum Vergiften der Mäuse und Ratten*).

d. Aequivalent, Zeichen, Name. Das Aequivalent des Phosphors ist 391,55. Das Zeichen für 391,55 Phosphor = 1 Aeq. Phosphor P (der Anfangsbuchstabe des lateinischen Namens Phosphorus). Der Name Phosphor kommt aus dem Griechischen und ist hergenommen von der Eigenschaft des fraglichen Körpers, im Dunkeln zu leuchten. In deutscher Uebersetzung heißt derselbe Lichtträger.

e. Verbindungen. Der Phosphor vereinigt sich mit vielen anderen Elementen. Für uns sind jedoch nur einige der dadurch entstehenden Verbindungen von besonderer Bedeutung.

1. Phosphor und Sauerstoff.

Mit dem Sauerstoff bildet der Phosphor 4 verschiedene Verbindungen, von denen eine, die phosphorige Säure, für uns von untergeordnetem, die höchste, die Phosphorsäure, hingegen von hohem Interesse ist. Die beiden anderen berühren wir nur im Vorbeigehen.

1. Phosphorige Säure.

§. 47.

Die phosphorige Säure entsteht, wenn Phosphor sich bei niederer Temperatur mit Sauerstoff verbindet. Ihre Bildung beginnt, sowie man Phosphor an die Luft bringt. Die dabei sich entwickelnden phosphorigsauren Dämpfe verdichten sich mit dem in der Luft enthaltenen Wasserdampf zu weißen Nebeln, daher das sogenannte Rauchen des Phosphors. Den genannten Dämpfen ist ferner der auffallende knoblauchartige Geruch eigen, den man stets bemerkt, wenn man an Phosphor riecht. Die bei der langsamen Oxydation stattfindende Lichtentwickelung ist die Ursache, daß der Luft ausgesetzter Phosphor im Dunkeln leuchtet; die dabei stattfindende Wärmeentwickelung, obgleich gering, kann die Temperatur des Phosphors doch allmälig bis zu 60° oder demjenigen Punkte steigern, bei welchem er sich entzündet, daher die Gefahr, wenn derselbe nicht unter Wasser aufbewahrt wird. — Die Formel der phosphorigen Säure ist PO_3.

*) Zur Darstellung des Phosphorteigs bringt man 1 Quint Phosphor in eine Reibschale, übergießt ihn darin mit 16 Loth heißem Wasser, und setzt nach und nach unter fortwährendem Umrühren 16 Loth Mehl zu.

2. Phosphorsäure.

§. 48.

a. Ueber das Vorkommen der Phosphorsäure in der Natur ist schon oben das Nöthige bemerkt worden.

b. Darstellung. Entzündet man Phosphor, so verbrennt er mit sehr heller weißer Flamme. In derselben muß demnach ein fester Körper in glühendem Zustande vorhanden sein. Denselben sieht man auch in der That sich in Gestalt eines weißen Rauchs aus der Flamme erheben. — Dieselbe Erscheinung, nur von noch höherem Lichtglanze begleitet, beobachtet man beim Verbrennen des Phosphors in Sauerstoffgas. Der weiße Rauch muß demnach ein Oxydationsprodukt, eine Sauerstoffverbindung des Phosphors sein. Nimmt man den Verbrennungsproceß in einem geschlossenen Gefäß (z. B. unter einer Glasglocke) vor, so sammelt sich der weiße Rauch in Form eines schneeartigen festen Körpers allmälig auf dem Boden an. Was man erhalten hat, ist Phosphorsäure. (Der bei diesem Versuche an der Stelle, wo der Phosphor lag, zurückbleibende rothe Körper ist eine Verbindung von Phosphorsäure mit Phosphoroxyd (P_2O), der niedrigsten Oxydationsstufe des Phosphors.)

c. Eigenschaften. Die Phosphorsäure stellt einen weißen, lockeren, in der Glühhitze schmelzbaren, festen Körper dar, sie hat keinen Geruch, wirkt nicht ätzend, schmeckt und reagirt stark sauer.

d. Zusammensetzung. Beim Uebergang des Phosphors in Phosphorsäure nehmen 43,92 Gewichtstheile Phosphor 56,08 Theile Sauerstoff auf und liefern 100 Phosphorsäure. Mit 391,55 Phosphor sind demnach 500 Sauerstoff verbunden, die Aequivalente beider stehen somit in dem Verhältnisse 1 : 5. — Da man nun aus den Verbindungen, welche die Phosphorsäure eingeht, fand, daß ihr Aequivalent 891,55 sei, so muß die Zusammensetzung derselben durch die Formel PO_5 ausgedrückt werden, denn 1 Aeq. P = 391,55 + 5 Aeq. Sauerstoff = 500 ist 891,55.

e. Verbindungen. 1) Mit Wasser. Die Phosphorsäure vereinigt sich mit Wasser in drei verschiedenen bestimmten Verhältnissen, und bildet damit drei verschiedene Hydrate, welche die Namen Meta-Phosphorsäurehydrat oder einbasisches Phosphorsäurehydrat, Pyro-Phosphorsäurehydrat oder zweibasisches Phosphorsäurehydrat, und gewöhnliches Phosphorsäurehydrat oder dreibasisches Phosphorsäurehydrat erhalten haben.

Bringt man Phosphorsäure mit einem Ueberschuß von Wasser zusammen, so löst sie sich unter Wärmeentwickelung darin auf.

Dampft man die Lösung kochend bis zur Consistenz eines dünnen Syrups ab, so schießen daraus wasserhelle Krystalle an, welche auf 891,55 Phosphorsäure 337,50 Wasser, das ist auf 1 Aeq. der ersteren 3 Aeq. des letzteren, enthalten und deren Formel somit PO_5, 3HO ist. Man nennt diese Verbindung gewöhnliches Phosphorsäurehydrat. Die wässerige Lösung dieses Hydrats wird in der Heilkunde gebraucht und zu diesem Behufe in der Regel durch Erwärmen von Phosphor mit wässeriger Salpetersäure dargestellt. Diese zerfällt hierbei in Stickoxydgas und Sauerstoff. Letzterer verbindet sich mit dem Phosphor zu Phosphorsäure, welche im Wasser der Salpetersäure gelöst bleibt. Durch Abdampfen wird sie alsdann von der überschüssigen Salpetersäure befreit und durch Zusatz von Wasser auf den vorgeschriebenen Gehalt gebracht. Sie stellt eine wasserhelle, nicht ätzende, stark aber angenehm sauerschmeckende Flüssigkeit dar.

Erhitzt man das Hydrat der gewöhnlichen Phosphorsäure bis zu 213°, so entweicht ein Drittel des Wassergehaltes, und man erhält eine weiche durchsichtige Masse, deren Formel PO_5, 2HO ist, sie ist Pyro-Phosphorsäurehydrat.

Erhitzt man dieses oder das gewöhnliche Phosphorsäurehydrat bis zum Glühen, so bleibt im Rückstand das Meta-Phosphorsäurehydrat, in Form einer wasserklaren, dicken, beim Erkalten zu einem klaren, farblosen Glase gestehenden Flüssigkeit. Bei Rothglühhitze verdampft dieselbe unzersetzt. Sie hat die Formel PO_5, HO.

Löst man das Pyro- oder Meta-Phosphorsäurehydrat in Wasser, so verhalten sich beide nicht gleich, sondern verschieden, auch läßt sich jede der erhaltenen Lösungen von der Lösung des gewöhnlichen Phosphorsäurehydrats unterscheiden. Läßt man aber die beiden ersten Lösungen längere Zeit stehen oder erwärmt man sie, so ist eine solche Unterscheidung nicht mehr möglich. Am Anfang lösen sich demnach das ein- und das zwei-basische Phosphorsäurehydrat als solche in dem Wasser, allmälig aber (sogleich beim Erhitzen) treten bei ersterem 2, bei letzterem 1 Aequivalent des Lösungswassers zu den Hydraten und vereinigen sich damit chemisch, so daß demnach nunmehr zwischen diesen Lösungen und der des gewöhnlichen Phosphorsäurehydrats in der That kein Unterschied mehr stattfindet.

2) Verbindungen der Phosphorsäure mit Basen. Mit Basen bildet die Phosphorsäure drei Reihen von Salzen, welche den eben besprochenen Hydraten auf's genauste entsprechen und übereinstimmende Namen führen. — Sie entstehen zunächst beim Zusammenkommen der verschiedenen Hydrate oder ihrer (noch unveränderten) wässerigen Lösungen mit Basen. So erhält man also beim

Zusammenbringen von Meta-Phosphorsäurehydrat mit einer Basis ein metaphosphorsaures Salz, — so beim Zusammenbringen von Pyrophosphorsäurehydrat mit einer Base ein pyrophosphorsaures Salz, — so beim Zusammenbringen des gewöhnlichen Phosphorsäurehydrats mit einer Base ein gewöhnliches phosphorsaures Salz. — In diesen drei Reihen von Salzen steht der Sauerstoff der Base zu dem der Säure in einem festen und unwandelbaren Verhältniß und zwar in folgendem:

Metaphosphorsaure Salze	1 : 5
Pyrophosphorsaure Salze	2 : 5
Gewöhnliche phosphorsaure Salze	3 : 5

Die metaphosphorsauren Salze sind alle neutral, — die pyrophosphorsauren nennt man neutral, wenn der der Sättigungscapacität (dem Verhältniß 2 : 5) entsprechende Sauerstoff wirklichen Basen angehört, — sauer, wenn er zur Hälfte an Wasserstoff zu Wasser gebunden ist. Die gewöhnlichen phosphorsauren Salze nennt man basisch, wenn der der Sättigungscapacität (dem Verhältniß 3:5) entsprechende Sauerstoff wirklichen Basen, — neutral, wenn $^2/_3$ wirklichen Basen $^1/_3$ Wasser, — sauer, wenn $^1/_3$ wirklichen Basen und $^2/_3$ Wasser angehört. Diese Benennungen mußten näher erläutert werden, weil sie sich aus dem früher allgemeinhin Erwähnten nicht ergeben, mehr oder weniger willkührlich und nur durch Uebereinkunft festgestellt sind. Da es für uns von Wichtigkeit ist, dieselben nebst den damit verbundenen Begriffen genau zu kennen, so stellen wir beispielsweise die phosphorsauren Kalksalze übersichtlich zusammen. (Kalk ist das Oxyd des Calciums, seine Formel CaO).

Metaphosphorsaurer Kalk:

$$PO_5, CaO.$$

Pyrophosphorsaure Kalksalze:

$$PO_5 \left\{ \begin{matrix} CaO \\ CaO \end{matrix} \right. \quad \text{neutrales Salz,}$$

$$PO_5 \left\{ \begin{matrix} CaO \\ H\ O \end{matrix} \right. \quad \text{saures Salz.}$$

Gewöhnliche phosphorsaure Kalksalze:

$$PO_5 \left\{ \begin{matrix} CaO \\ CaO \\ CaO \end{matrix} \right. \quad \text{basisches Salz,}$$

$$PO_5 \left\{ \begin{matrix} CaO \\ CaO \\ H\ O \end{matrix} \right. \quad \text{neutrales Salz,}$$

$$PO_5 \left\{ \begin{matrix} CaO \\ H\ O \\ H\ O \end{matrix} \right. \text{ saures Salz.}$$

Alle Salze, bei denen der der Sättigungscapacität entsprechende Sauerstoff einer feuerbeständigen Basis angehört, sind in der Hitze unveränderlich, alle, welche Wasser (oder eine flüchtige Basis) enthalten, verlieren dies in der Hitze.

Von den angeführten Kalksalzen sind also unveränderlich:

$$PO_5, CaO \qquad PO_5 \left\{ \begin{matrix} CaO \\ CaO \end{matrix} \right. \qquad PO_5 \left\{ \begin{matrix} CaO \\ CaO \\ CaO, \end{matrix} \right.$$

veränderlich die übrigen, und zwar gehen beim Glühen durch Wasserverlust in PO_5, CaO über:

$$PO_5 \left\{ \begin{matrix} CaO \\ H\ O \end{matrix} \right. \text{ und } PO_5 \left\{ \begin{matrix} CaO \\ H\ O \\ H\ O, \end{matrix} \right.$$

während durch Wasserverlust in $PO_5 \left\{ \begin{matrix} CaO \\ CaO \end{matrix} \right.$ übergeht:

$$PO_5 \left\{ \begin{matrix} CaO \\ CaO \\ H\ O. \end{matrix} \right.$$

Diese Verhältnisse müssen bekannt sein, wenn man die Zusammensetzung der Pflanzenaschen ꝛc. verstehen will, und sind daher für uns von besonderem Interesse.

Säuren, deren Sättigungscapacität durch Brüche mit den Zählern 2 oder 3 ausgedrückt wird, nennt man zweibasische, beziehungsweise dreibasische Säuren. Die in den pyrophosphorsauren Salzen enthaltene Säure ist demnach eine zweibasische, weil ihre Sättigungscapacität $^2/_3$ ist, die in den gewöhnlich phosphorsauren Salzen enthaltene eine dreibasische, weil ihre Sättigungscapacität $^3/_3$ ist.

Ueberblicken wir das Gesagte nochmals, so finden wir:

1) daß die unverbundene Phosphorsäure ein sich immer gleichbleibender Körper ist;
2) daß aber die Phosphorsäure in Verbindungen (Hydraten oder Salzen) je nach den Umständen, unter denen sich die Verbindungen bilden, in drei verschiedenen Zuständen erscheint, nämlich:
   a. in einem einbasischen,
   b. in einem zweibasischen,
   c. in einem dreibasischen.

II. Phosphor und Wasserstoff.

§. 49.

Der Phosphor verbindet sich mit Wasserstoff zu drei verschiedenen Verbindungen; eine derselben — das Phosphorwasserstoffgas, — müssen wir näher kennen lernen. Es findet sich in der Natur unter den Fäulnißprodukten thierischer und vegetabilischer, Phosphorverbindungen enthaltender Substanzen und trägt durch den ihm eigenthümlichen, widerlichen Geruch wesentlich zum Gestank faulender Thierkörper ꝛc. bei. Man sagt häufig, es rieche nach faulen Fischen, weil solche den Geruch nach Phosphorwasserstoffgas vorwaltend zeigen. Es ist entzündlich, brennt mit hellleuchtender Flamme, und liefert dabei Wasser und Phosphorsäure; unterhält nicht das Verbrennen, ist unathembar und wirkt giftig. Eine höchst merkwürdige Eigenschaft zeigt es, wenn ihm eine geringe Menge des Dampfes von einer anderen flüssigen Verbindung beigemengt ist, welche der Phosphor mit Wasserstoff bildet. Es entzündet sich nämlich alsdann, mit Sauerstoff oder Luft in Berührung kommend, von selbst. In diesem Zustande erhält man es, wenn man Phosphor mit Kalk und Wasser
Der Sauerstoff des Wassers verbindet sich in dem Falle mit einem Theile des Phosphors zu der sogenannten unterphosphorigen Säure (PO), welche mit dem Kalk in Verbindung tritt, der Wasserstoff vereinigt sich mit dem Reste des Phosphors zu dem erwähnten Gemenge von Phosphorwasserstoffgas mit etwas Dampf der flüssigen Phosphorwasserstoffverbindung *). — Man glaubt, daß ein derartiges Gas die Erscheinung der Irrlichter mit veranlassen helfe. Das Phosphorwasserstoffgas hat die Formel PH_3, die flüssige Phosphorwasserstoff-Verbindung, deren Dampf ersteres selbstentzündlich macht, die Formel PH_2. — Der dritte, hier nicht besprochene, feste Phosphorwasserstoff ist PH.

9. Chlor.

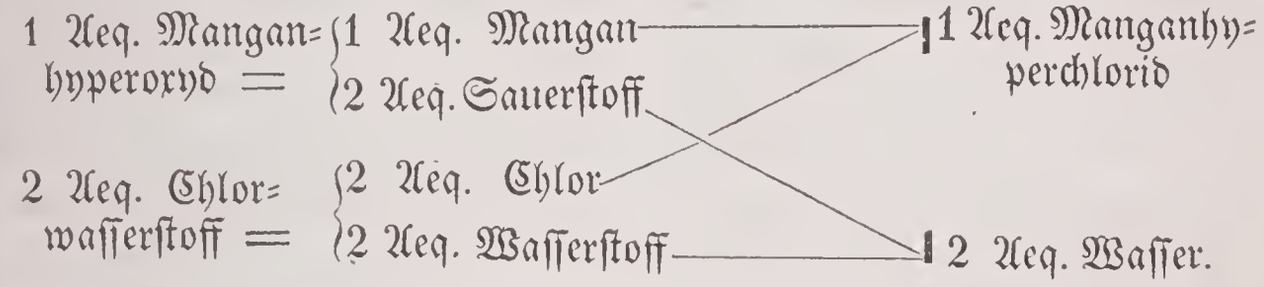
§. 50.

a. Vorkommen. Das Chlor findet sich nie frei, in größter Menge und weitester Verbreitung aber in Verbindung mit anderen Elementen, namentlich Metallen, in allen Reichen der Natur. Die häufigste Chlorverbindung ist das Kochsalz (eine Verbindung des Chlors mit dem Metalle Natrium).

---

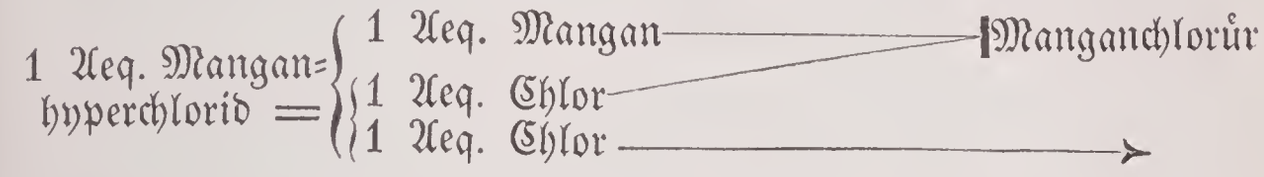
*) Die Anstellung dieses Versuchs ist in ungeübten Händen gefährlich.

b. Darstellung. Die Darstellung des Chlors versteht man am leichtesten, wenn man sie mit Hülfe der sogenannten Salzsäure, die wir sogleich als eine aus dem Kochsalze leicht darstellbare Verbindung von 1 Aeq. Chlor mit 1 Aeq. Wasserstoff werden kennen lernen, vornimmt. Erwärmt man nämlich Salzsäure mit Braunstein, so entwickelt sich Chlor. — Um diesen Proceß verstehen zu können, muß vorgreiflich bemerkt werden, daß der Braunstein das Hyperoxyd eines Metalls ist, welches man Mangan nennt. Das Manganhyperoxyd besteht aus 1 Aeq. Mangan und 2 Aeq. Sauerstoff. Bringt man nun dieses mit 2 Aeq. Chlorwasserstoff in der Kälte zusammen, so geht folgende Zersetzung vor sich:



Es entsteht also Wasser und eine dem Manganhyperoxyd entsprechende Chlorverbindung: Manganhyperchlorid.

Erwärmt man aber dieses, so zerfällt es folgendermaßen:



Man erhält somit die Hälfte des darin enthaltenen Chlors in freiem Zustande.

Die Darstellung nimmt man in einem Glaskolben oder einer Retorte vor; das entweichende Gas kann besser über heißem oder Kochsalz enthaltendem, als über reinem Wasser aufgefangen werden, weil es von diesem in beträchtlichem Maße gelöst wird.

c. Eigenschaften. Das Chlor ist bei gewöhnlicher Temperatur und gewöhnlichem Luftdrucke ein blaßgelblich-grünes, durch große Kälte und starken Druck verdichtbares Gas, von sehr starkem, die Athmungswerkzeuge heftig angreifendem, unangenehmem, erstickendem Geruch und schrumpfendem Geschmack. Sein spec. Gewicht ist 2,4582. Es ist nicht brennbar. Manche brennende Körper brennen darin fort, z. B. ein Wachslicht mit sehr stark rußender Flamme. — Es ist ganz unathembar, und wirkt, schon in geringer Quantität der Luft beigemengt, giftig. Es löst sich in Wasser und bleicht Pflanzenfarben.

d. Aequivalent, Zeichen, Name. Das Aequivalent des Chlors ist 443,20. Das Zeichen für 443,20 = 1 Aeq. Chlor ist Cl.

Der Name Chlor ist abgeleitet aus dem Griechischen und deutet auf die grüngelbe Farbe des Gases hin.

e. Verbindungen.

1. Verbindungen des Chlors mit Wasser.

§. 51.

Das Chlor wird, wie oben bereits erwähnt, von Wasser gelöst; 1 Raumtheil Wasser nimmt bei gewöhnlicher Temperatur und gewöhnlichem Luftdruck etwa 2 Raumtheile Chlor auf, weit weniger bei höherer Temperatur. Die Lösung, als Arzneimittel häufig angewendet, hat ein schwach blaßgelbes Ansehen, den Geruch des Chlors und einen herben, schrumpfenden, nicht sauren Geschmack. Sie heißt Chlorwasser. — Dem Lichte ausgesetzt, verändert sich das Chlorwasser, es entwickelt Sauerstoffgas und geht in eine verdünnte Salzsäure über. Die Verwandtschaft des Chlors zum Wasserstoff überwindet nämlich in dem Falle die im Wasser zwischen Wasserstoff und Sauerstoff thätige, der Wasserstoff verbindet sich mit dem Chlor, der Sauerstoff wird frei.

Leitet man in fast auf 0° abgekühltes Wasser Chlorgas, so bilden sich gelbgrüne, blättrige, aus 1 Aeq. Chlor und 10 Aeq. Wasser bestehende Krystalle, welchen man den Namen Chlorhydrat gegeben hat.

2. Verbindungen des Chlors mit anderen Elementen.

§. 52.

Das Chlor verbindet sich fast mit allen anderen Elementen. Mit vielen, z. B. dem Wasserstoff und einigen Metallen, unter Feuererscheinung. Unter den verschiedenartigen Chlorverbindungen lassen sich die meisten in eine deutlich charakterisirte Gruppe vereinigen, und zwar alle diejenigen, welche entstehen, wenn sich Chlor mit Metallen vereinigt oder überhaupt mit den Körpern, die, mit Sauerstoff zusammentretend, Sauerstoffbasen darstellen. — Diese Chlorverbindungen haben jedoch in ihren Haupteigenschaften und Verbindungsverhältnissen nicht die mindeste Aehnlichkeit mit den Sauerstoffbasen, sondern sie entsprechen ganz und gar den Sauerstoffsalzen, d. h., sie haben den Geschmack der Salze, ihr Ansehen u. s. w. Sie vereinigen sich mit einander nicht zu Verbindungen, in denen der Charakter der verbundenen Körper verschwunden ist (wie dies bei Sauerstoffsäuren und Sauerstoffbasen der Fall), sondern die so gebildeten Verbindungen zweiter Ordnung sind ganz entsprechend den Sauerstoffdoppelsalzen.

Weil nun das Chlor, mit anderen Elementen zusammentretend, geradezu Salze bilden kann, so nennt man es einen Salzbildner, und da Brom, Jod und Fluor sich genau ebenso verhalten, so faßt man diese vier Elemente unter dem Namen der elementaren Salzbildner häufig zusammen. Man muß sie elementare Salzbildner nennen, denn wir werden auch zusammengesetzte kennen lernen. Die den Sauerstoffsalzen entsprechenden, durch Vereinigung eines Salzbildners mit einem anderen Elemente entstehenden Verbindungen heißt man im Allgemeinen Haloidsalze, und Haloiddoppelsalze sind die den Sauerstoffdoppelsalzen entsprechenden, durch Zusammentreten zweier Haloidsalze entstehenden Verbindungen.

Von den Haloidsalzen nun, welche das Chlor liefert, heißen die den Oxydulsalzen entsprechenden, Chlorüre, die den Oxydsalzen analogen, Chloride. — In der Regel sind die Chlorüre und Chloride den Oxydulen und Oxyden proportional zusammengesetzt.

Wesentlich verschieden von den obigen Chlorverbindungen sind diejenigen, welche das Chlor mit Sauerstoff, und die, welche es mit Wasserstoff bildet. Dieselben sind nämlich nicht als Chlorverbindungen des Sauerstoffs und des Wasserstoffs, sondern als Sauerstoff- beziehungsweise Wasserstoffverbindungen des Chlors zu betrachten.

I. Chlor und Sauerstoff.

Von den Verbindungen des Chlors mit Sauerstoff, deren es fünf giebt, interessirt uns im freien Zustande keine, einige Salze derselben sind jedoch für uns bemerkenswerth. Bei ihrer Betrachtung werden wir das Nothwendige über die Chlorsäuren mitzutheilen Gelegenheit finden.

II. Chlor und Wasserstoff.

Chlor und Wasserstoff vereinigen sich nur in einem Verhältnisse. Die Verbindung ist für uns, ihrer vielfältigen Anwendung halber, von großer Wichtigkeit.

Chlorwasserstoff (Chlorwasserstoffsäure, Salzsäure).

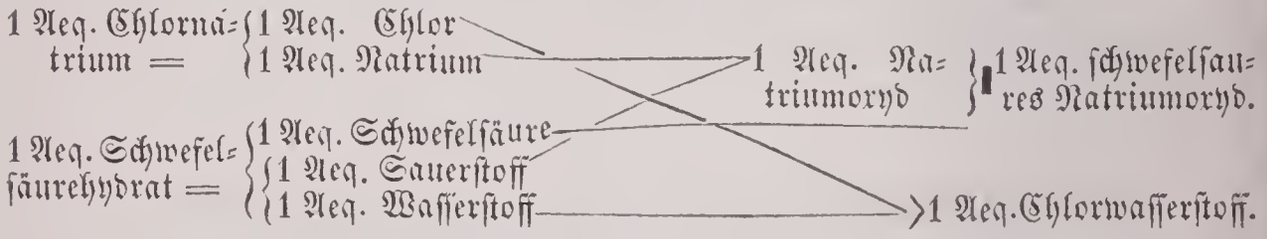
§. 53.

Vorkommen. Der Chlorwasserstoff findet sich nur ausnahmsweise (in vulkanischen Dämpfen) in der Natur.

Darstellung. Bringt man im Dunkeln gleiche Raumtheile Wasserstoffgas und Chlorgas in eine Flasche, so vereinigen sich beide nicht, setzt man dieselbe aber dem direkten Sonnenlichte aus, so erfolgt die Verbindung unter Feuererscheinung und mit so heftiger

Wärmeentwickelung, daß das erzeugte Chlorwasserstoffgas in glühenden Zustand versetzt, und durch seine plötzliche und gewaltige Ausdehnung eine mit heftigem Knall begleitete Explosion veranlaßt wird. — Glühhitze wirkt auf das Gasgemenge wie das direkte Sonnenlicht. — Stellt man hingegen die Flasche in ein mäßig helles, jedoch gegen direktes Sonnenlicht geschütztes Zimmer, so erfolgt die Verbindung beider Gase langsam und ohne Explosion. Hat man genau gleiche Raumtheile der einzelnen Gase angewendet, so bleibt kein Theilchen des einen oder anderen unverbunden, wie man dies leicht wahrnehmen kann, wenn man die Flasche unter Wasser öffnet. Dies stürzt nämlich, indem es das Chlorwasserstoffgas löst, mit größter Begierde in die Flasche, und füllt sie in einem Augenblick ganz an, was nicht der Fall sein könnte, wenn freies Wasserstoffgas (welches von Wasser nur in ganz geringer Menge) oder Chlorgas (welches von demselben nur langsam aufgenommen wird) übrig geblieben wäre.

Auf eine viel bequemere Art erhält man das Chlorwasserstoffgas, wenn man Kochsalz (Chlornatrium) mit Schwefelsäurehydrat erwärmt; in dem Falle geht nämlich folgende Zersetzung vor sich:



Das heißt, das Wasser des Schwefelsäurehydrats giebt seinen Sauerstoff an das Natrium, seinen Wasserstoff an das Chlor des Kochsalzes ab; es entsteht Natriumoxyd, welches sich mit der Schwefelsäure verbindet, und Chlorwasserstoff. — Daß das auf diesem Wege erhaltene Gas mit dem durch unmittelbare Vereinigung seiner Bestandtheile erzeugte vollkommen übereinstimmt, lehrt eine Vergleichung der sehr charakteristischen Eigenschaften sogleich.

c. Eigenschaften. Der Chlorwasserstoff ist bei gewöhnlicher Temperatur und gewöhnlichem Luftdrucke ein farbloses Gas, von erstickendem Geruch und sehr saurem Geschmack, organische Substanzen allmälig zerstörend, Lackmus stark röthend, durch starke Kälte und hohen Druck zur Flüssigkeit verdichtbar. Das spec. Gewicht des Gases ist 1,2632. An feuchter Luft bildet es, indem es sich mit dem Wasserdampf verbindet, dicke weiße Nebel, es ist nicht brennbar, unterhält Verbrennen und Athmen nicht, reizt schon in geringer Menge der Luft beigemischt die Lungen. Man kann es nur über Quecksilber auffangen, da es von Wasser in großer Menge gelöst wird.

Kommt Chlorwasserstoff mit einer Basis, z. B. einem Alkali zusammen, so hebt er die basischen Eigenschaften vollkommen auf, und es entsteht ein neutrales Salz, aber es ist, wie wir unten sehen werden, dieses Salz keine Verbindung des Chlorwasserstoffs mit der Basis, sondern es ist ein Haloidsalz (ein Chlorür oder Chlorid).

Der Chlorwasserstoff hat demnach alle hervorstechenden Eigenschaften (Geschmack, Reaktion, Löslichkeit in Wasser, ferner die Fähigkeit, die basischen Eigenschaften der Alkalien aufzuheben) mit den Sauerstoffsäuren gemein. Man nennt ihn deswegen ebenfalls eine Säure, aber zur Unterscheidung von den Sauerstoff- und Sulphosäuren eine Wasserstoffsäure. — Wir werden unten sehen, daß alle Salzbildner (elementare wie zusammengesetzte), mit Wasserstoff zusammentretend, ebenfalls Säuren (Wasserstoffsäuren) bilden. — Die Wasserstoffsäuren verbinden sich unzersetzt mit keinem andern Körper zu eigentlichen chemischen Verbindungen, man kann also ihr Aequivalent nicht aus ihren Verbindungen ableiten und nennt deswegen diejenige Menge derselben ihr Aequivalent, mit welcher man eben so viel Alkali sättigen kann, als mit 1 Aeq. einer Sauerstoffsäure.

d. Zusammensetzung. Aus der oben zuerst erwähnten Darstellungsweise des Chlorwasserstoffs ist zu ersehen, daß er sich aus gleichen Raumtheilen Wasserstoffgas und Chlorgas bildet. Um seine Zusammensetzung zu erfahren, brauchen wir demnach nur deren specifischen Gewichte (d. h. ihre Gewichte bei gleichem Raum) zu kennen. Nun ist aber das spec. Gew. des Wasserstoffs = 0,0693, das des Chlors = 2,4571. Wie viel Chlor mit 12,5 Wasserstoff = 1 Aeq. verbunden ist, erfahren wir demnach durch die Gleichung:

$$0{,}0693 : 2{,}4571 = 12{,}5 : x$$
$$x = 443{,}20$$

443,20, als die geringste Menge, die sich mit 1 Aeq. Wasserstoff verbindet, ist demnach das Aequivalent des Chlors, und im Chlorwasserstoff sind somit die Aequivalente seiner Bestandtheile im Verhältniß 1 : 1 enthalten. Da man nun, um so viel Alkali zu neutralisiren, als durch 500 Schwefelsäure (= 1 Aeq.) neutralisirt wird, 455,7 Chlorwasserstoff braucht, da also 1 Aeq. Chlorwasserstoff = 455,7 ist, so muß seine Formel ClH sein, denn 1 Aeq. Chlor = 443,2 und 1 Aeq. Wasserstoff = 12,5 ist 455,7.

e. Verbindungen.

§. 54.

1) Der Chlorwasserstoff (die Chlorwasserstoffsäure) wird von Wasser aufgelöst. Bei gewöhnlicher Temperatur und gewöhnlichem

Luftdruck nimmt 1 Raumtheil Wasser 480 Raumtheile Gas auf. Die Vereinigung erfolgt mit solcher Schnelligkeit, daß Wasser in ein mit Chlorwasserstoff gefülltes Gefäß mit derselben Schnelligkeit eindringt, wie in einen luftleeren Raum. — Dem Gewichte nach enthält eine solche gesättigte Lösung 42,4 Proc. Chlorwasserstoff. Die Auflösung des Chlorwasserstoffs in Wasser heißt wässerige Chlorwasserstoffsäure, wässerige Salzsäure (oder auch schlechtweg Salzsäure). Sie wird ihrer überaus häufigen Anwendung halber in Fabriken sowohl, als in Apotheken dargestellt, indem man das aus Kochsalz und Schwefelsäurehydrat (englischer Schwefelsäure) entwickelte Chlorwasserstoffgas in Wasser leitet.

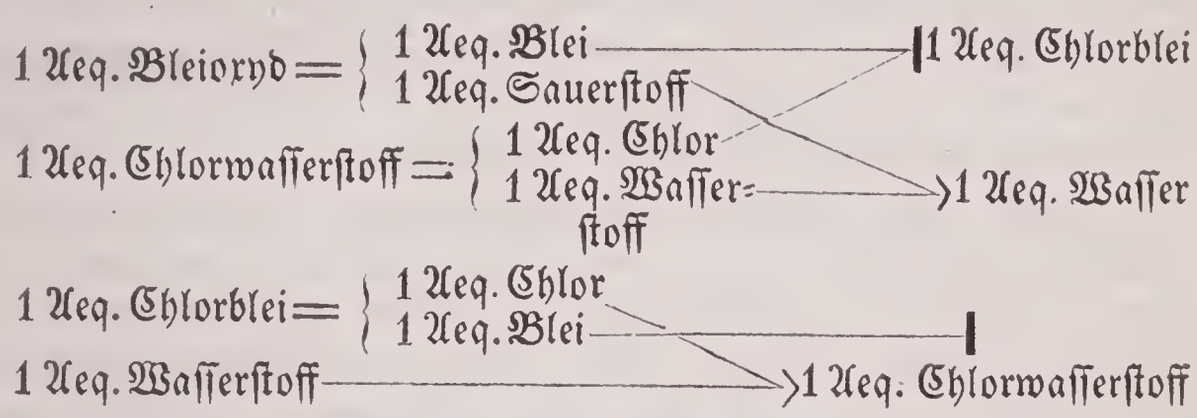
Die wässerige Salzsäure stellt eine farblose, sehr stark sauer schmeckende und reagirende, schwach ätzende Flüssigkeit dar. Sie riecht nach dem Gas. Ihr specifisches Gewicht ist um so größer, je mehr Chlorwasserstoff sie enthält, das der ganz gesättigten Säure ist 1,21. Die Kenntniß des spec. Gewichts einer wässerigen Salzsäure läßt demnach eine Beurtheilung ihres Gehaltes an Chlorwasserstoff (ihrer Concentration) zu. Eine concentrirte Salzsäure läßt fortwährend Chlorwasserstoffgas entweichen und erzeugt daher mit feuchter Luft in Berührung Nebelbildung (daher für eine solche der Name rauchende Salzsäure). Beim Erwärmen entweicht das Chlorwasserstoffgas zum Theil, so daß die zum Sieden gekommene Säure nur noch 20 Proc. Chlorwasserstoff enthält. Mit diesem Gehalte läßt sie sich unverändert destilliren. — Die in Fabriken dargestellte Salzsäure ist in der Regel nicht rein, sondern verunreinigt mit Eisenchlorid, organischen Stoffen ꝛc. und zeigt daher eine gelbe Farbe.

2) Der Chlorwasserstoff verbindet sich mit keinem Körper chemisch zu einer Chlorwasserstoffverbindung, sondern die aus seiner Vereinigung mit Basen hervorgehenden Verbindungen sind Haloidsalze (Chlorüre oder Chloride). — Diesen bereits oben ausgesprochenen Satz haben hier wir zu beweisen und zu erläutern.

Leitet man über in einer Glasröhre befindliches, erhitztes Bleioxyd (eine Verbindung von Blei mit Sauerstoff) Chlorwasserstoffgas, so verändert jenes seine gelbe Farbe und wird weiß, andererseits bemerkt man, daß aus dem Ende der Röhre kein Chlorwasserstoffgas mehr austritt, sondern nichts anderes als Wasserdampf, der sich durch Abkühlung als flüssiges Wasser erhalten läßt. Dieses Wasser kann nur gebildet worden sein aus dem Sauerstoff des Bleioxyds und dem Wasserstoff des Chlorwasserstoffs; der in der Röhre bleibende weiße Körper muß somit eine Verbindung von Chlor mit Blei, ein Haloidsalz sein. Davon nun überzeugt man sich auf's leichteste,

wenn man Wasserstoffgas über denselben leitet und ihn erhitzt, denn in dem Fall sieht man aus dem Ende der Röhre wieder das wohlbekannte (an der Luft Nebel bildende) Chlorwasserstoffgas austreten, entstanden aus der Vereinigung des Wasserstoffs mit dem Chlor des Chlorbleies, und reines metallisches Blei bleibt in der Röhre zurück.

Die Zersetzungen werden am deutlichsten durch folgende Schemata:



Denselben weißen Körper nun, das Chlorblei, erhält man, wenn man zu der Auflösung eines Bleioxydsalzes in Wasser, z. B. zu der des salpetersauren Bleioxyds Chlorwasserstoffgas oder wässerige Salzsäure bringt; der sich sogleich bildende weiße Niederschlag ist nichts anderes. Erhitzt man ihn, nach dem Trocknen, in Wasserstoffgas, so verhält er sich genau wie der obige.

Die Salpetersäure verbindet sich hierbei mit dem gebildeten Wasser zu Hydrat und bleibt als solches in dem überschüssigen Wasser gelöst.

Fügt man zu einer wässerigen Alkalilösung; z. B. zu der des Natriumoxyds, gasförmige oder flüssige Chlorwasserstoffsäure, bis die Flüssigkeit weder Curcumapapier bräunt, nach Lackmus röthet, bis sie also genau neutral ist, so scheidet sich für's erste Nichts aus derselben aus. Es scheint also vorläufig, als ob sich die Salzsäure mit dem Natriumoxyd vereinigt hätte. Entfernt man aber aus der Lösung einen Theil des Wassers durch Abdampfen, so sieht man bald an der Oberfläche der Flüssigkeit kleine Krystalle entstehen, die man auf den ersten Blick als Kochsalzkrystalle erkennt, und verdampft man alles Wasser, so behält man nichts zurück als Kochsalz. Macht man den Versuch mit gewogenen Mengen von Natriumoxyd und Chlorwasserstoff, so müsste nunmehr das erhaltene Kochsalz, wenn es eine Verbindung von beiden wäre, so viel wiegen, als die Summe der Gewichte der einzelnen. Dies ist aber nicht der Fall, sondern das erzeugte Kochsalz wiegt nur soviel, als die Summe des im Na-

triumoxyd enthaltenen Natriums und des im Chlorwasserstoff enthaltenen Chlors. Es kann also keine Verbindung von Chlorwasserstoff mit Natriumoxyd, sondern es muß ein Haloidsalz, es muß Chlornatrium sein.

Auf gleiche Weise wie Bleioxyd und Natriumoxyd verhalten sich nun auch alle übrigen Basen zum Chlorwasserstoff.

Auch mit vielen Metallen scheint sich der Chlorwasserstoff vereinigen zu können, wenigstens werden viele von demselben aufgelöst, und bei Sauerstoffsäuren haben wir stets wahrgenommen, daß, wenn ein Metall von einer solchen aufgelöst wird, eine Verbindung derselben mit einem Oxyd des Metalls entsteht. — Prüfen wir daher das Verhalten des Chlorwasserstoffs zu Metallen.

Leitet man langsam Chlorwasserstoffgas über in einer Röhre befindliches Natrium, so verändert dies sogleich seine Natur; es ist klar, es geht eine Verbindung ein. Hält man ein Licht an das Ende der Röhre, so sieht man, daß das austretende Gas brennt, und stürzt man einen Trichter über die Flamme, so beschlägt er mit Wasser; das austretende Gas ist also Wasserstoffgas. Es kann nur stammen aus dem Chlorwasserstoff, das Natrium kann sich also nicht mit diesem, sondern nur mit seinem Chlor verbunden haben, die Verbindung ist also keine Chlorwasserstoffverbindung, sondern Chlornatrium.

Zu denselben Resultaten gelangt man, wenn man Zink, Eisen ꝛc. mit gasförmiger oder wässeriger Chlorwasserstoffsäure zusammenbringt.

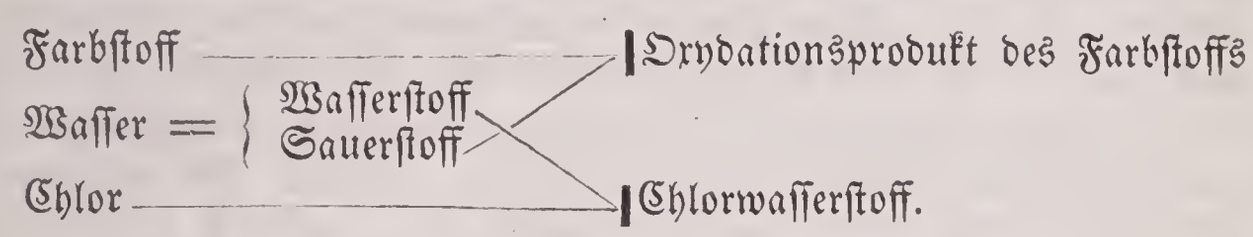
Bleichen ꝛc. mit Chlor.

§. 55.

Auf der Bildung des Chlorwasserstoffs beruht auch die oben bereits erwähnte Eigenschaft des Chlors, Pflanzenfarben zu bleichen und in der Luft verbreitete oder an Gegenständen haftende, Krankheiten erregende Ausdünstungen zu zerstören, die demselben eine so überaus häufige Anwendung in der Industrie, wie auch in Hospitälern ꝛc. verschafft hat. Diese Wirkung übt es jedoch nur bei Gegenwart von Wasser (flüssigem oder gasförmigem) aus. — Nichts ist leichter, als sich zu überzeugen, daß sich bei dem Bleichen mit Chlor Chlorwasserstoff bildet; denn bringt man mit den gebleichten Blumen, Zeugen ꝛc. ein feuchtes Lackmuspapier in Berührung, so wird dasselbe stark geröthet, wäscht man sie mit Wasser ab und bringt dies, nachdem man durch Kochen etwa noch vorhandenes Chlor ausgetrieben

hat, mit Bleioxydsalzlösung in Berührung, so entsteht das uns schon bekannte Chlorblei.

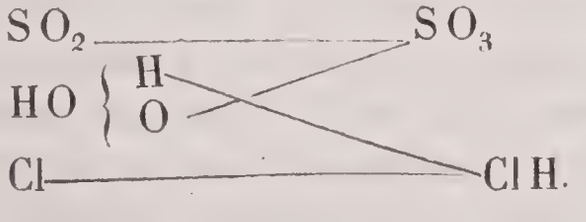
Da die genannte Wirkung des Chlors nur bei Gegenwart von Wasser stattfindet, und da man ferner weiß, daß auch Sauerstoff (Luft) Farbstoffe bleicht, wenn er sich mit ihnen verbindet, was unter Mitwirkung von Licht und Feuchtigkeit geschieht (Rasenbleiche), so erklärt sich die Wirkung des Chlors also:



Das Wasser wird demnach zerlegt, sein Wasserstoff bildet mit Chlor Chlorwasserstoff, sein Sauerstoff verbindet sich mit den Farbstoffen ꝛc. zu farblosen ꝛc. Oxydationsprodukten. — Trocknet man einen mit Chlor gebleichten Körper, ohne ihn zuvor durch Auswaschen von der Salzsäure vollständig zu befreien, welche an ihm haftet, so wird er durch diese mehr oder weniger zerstört, daher mürbe und brüchig. Dies ist die Ursache, weshalb die mit Chlor gebleichten Papiere früher oft so unhaltbar waren, und weshalb die Chlorbleiche in Mißkredit kam. Die Erkennung der Ursache lehrte das Uebel beseitigen.

Aus dem Gesagten ergiebt sich, daß das Bleichen mit Chlor wesentlich verschieden ist von dem mit schwefliger Säure. Bei diesem verbindet sich der Farbstoff mit der schwefligen Säure und erscheint unverändert wieder, wenn sie entfernt wird, bei jenem wird der Farbstoff durch zutretenden Sauerstoff zerstört.

Ebenso wie in dem angeführten Falle das Chlor als Oxydationsmittel wirkt, so thut es dies auch in anderen Fällen, immer auf dieselbe Weise, das heißt, indem es sich mit dem Wasserstoff vorhandenen Wassers zu Chlorwasserstoff verbindet; der dadurch frei werdende Sauerstoff tritt alsdann zu dem oxydirbaren Körper. So verwandelt sich z. B. schweflige Säure unter Einwirkung von Chlor bei Gegenwart von Wasser in Schwefelsäure, wie folgendes Schema zeigt:



10. Brom.

§. 56.

Das Brom ist für uns von untergeordnetem Interesse. Es kommt nie frei, weit verbreitet aber in Verbindung mit Metallen vor, so im Meerwasser, den See- und Strandpflanzen, vielen Mineralquellen u. s. w. — Man scheidet es aus denselben durch Chlor ab, wenn man es in reiner Form gewinnen will. Es stellt eine schwarzbraune, schwere Flüssigkeit dar von eigenthümlichem, höchst unangenehmem Geruch, welcher an den des Chlors erinnert. Es verdampft rasch an der Luft, siedet bei 45°, wirkt giftig, löst sich in 33 Th. Wasser. Sein Aequivalent ist 999,63, sein Zeichen Br. — In seinen chemischen Verbindungen zeigt es die größte Uebereinstimmung mit dem Chlor, wie sich schon daraus ergiebt, daß wir es oben als Salzbildner bezeichnet haben. — Von den von ihm gebildeten Haloidsalzen (Bromüren oder Bromiden) sind einige ihres Vorkommens halber von allgemeinerem Interesse. Manche haben Anwendung in der Medicin gefunden.

11. Jod.

§. 57.

Dem Chlor und Brom reiht sich als ein in fast allen Beziehungen ähnliches Element das Jod an. — Es findet sich nie frei, weitverbreitet aber, jedoch nicht in großer Menge, in Verbindung mit Metallen; vorzüglich im Meerwasser, den See- und Strandpflanzen, manchen Mineralquellen u. s. w. — Man gewinnt es aus der Asche der See- und Strandgewächse, indem man die darin enthaltenen Jodmetalle durch Chlor oder auf andere Weise in der Wärme zerlegt und den sich verflüchtigenden Joddampf in geeigneten Vorlagen durch Abkühlung verdichtet. — Das Jod stellt einen glänzenden, grauschwarzen, festen, leicht zerreiblichen Körper dar von starkem eigenthümlichem, höchst unangenehmem, die Lungen reizendem Geruch. Er erinnert an den des Chlors und Broms. Es schmilzt bei 107°, siedet bei 175° und verwandelt sich in einen prächtig violetten Dampf, der beim Erkalten festes Jod in kleinen Krystallschuppen absetzt. Sein spec. Gew. ist 4,948. — Das Jod wirkt giftig, mit Vorsicht angewendet, dient es jedoch auch als ein äußerst wirksames Arzneimittel. In Wasser löst es sich kaum, in Weingeist leicht. Die tief braunrothe Lösung heißt Jodtinktur. — Sie findet wie in der

Heilkunde, so auch in der analytischen Chemie, namentlich zur Entdeckung des Stärkemehls, häufige Anwendung. Die genannte beruht darauf, daß das Jod mit Stärkemehl eine außerordentlich stark gefärbte, blauschwarze Verbindung bildet, auf welche wir unten beim Stärkemehl zurückkommen werden.

Was die chemischen Verbindungen des Jods betrifft, so gilt von ihnen dasselbe, was von den Bromverbindungen bemerkt wurde. — Mehrere derselben finden als Arzneimittel häufige Anwendung. Ihrer Gegenwart verdanken manche Mineralquellen ihre eigenthümliche Wirksamkeit.

12. Fluor.

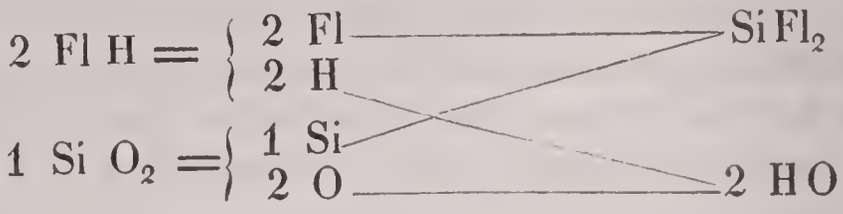
§. 58.

Der vierte und letzte von den elementaren Salzbildnern ist das Fluor. Es findet sich nie rein, weitverbreitet aber, wenn auch nicht in sehr bedeutender Menge, in Verbindung mit Metallen. Am häufigsten kommt es im Flußspath vor, einer Verbindung von Fluor mit Calcium. — Für uns interessant ist vorzugsweise das Vorkommen von Fluorverbindungen in mancher Ackererde, in manchen Pflanzen und in den Zähnen und Knochen der Menschen und Thiere.

Man hat das Fluor erst in der allerneuesten Zeit im reinen Zustande einigermaßen kennen gelernt; hauptsächlich deswegen, weil das Material der Gefäße, in denen man es früher abzuscheiden versuchte, sich mit dem momentan in Freiheit gesetzten Fluor sogleich verband. Das einzige Material, welches nicht angegriffen wird, ist Flußspath, und dies hat man nunmehr angewendet. Das Fluor stellt ein farbloses, riechendes Gas dar. Es bleicht Pflanzenfarben nicht, zerlegt das Wasser schon bei gewöhnlicher Temperatur und ohne Einwirkung des Sonnenlichts. — Das Aequivalent des Fluors ist 235,71, sein Zeichen F.

Die Verbindungen des Fluors reihen sich im Allgemeinen denen des Chlors, Broms und Jods an, da das Fluor wie diese ein Salzbildner ist. Von allgemeinerem Interesse ist die, welche es mit Wasserstoff eingeht, der Fluorwasserstoff oder die Fluorwasserstoffsäure (FH), weil sie sowohl in Künsten und Gewerben (zum Aetzen des Glases), als auch bei der Analyse mancher Kieselsäureverbindungen Anwendung findet. — Man erhält sie durch Erwärmen von Flußspathpulver mit Schwefelsäurehydrat in einer Blei- oder Platinretorte. Sie stellt eine höchst flüchtige, schon bei 15—20° zum Sieden kommende, farblose, Lackmus röthende Flüssigkeit dar, von

stechendem Geruch und höchst giftiger Wirkung. Ihre für uns interessanteste Eigenschaft ist die, daß sie Kieselsäure (auch krystallisirte) und Glas (ein kieselsaures Doppelsalz mit vorwaltender Kieselsäure) unter Zersetzung auflöst. Es bildet sich dabei Wasser und eine Verbindung des Kiesels mit Fluor, wie folgendes Schema zeigt:



Die entstehende Verbindung von Kiesel mit Fluor (Kieselfluor) ist ein farbloses, dem Chlorwasserstoff ähnlich riechendes, an feuchter Luft starke Nebel bildendes Gas, welches sich mit Wasser unter Abscheidung von Kieselsäurehydrat und Bildung einer aus Fluorwasserstoff und Kieselfluor bestehenden Säure (Kieselfluorwasserstoffsäure) umsetzt.

Cyan.

§. 59.

Den vier elementaren Salzbildnern reiht sich eine aus Kohlenstoff und Stickstoff bestehende Verbindung, welche den Namen Cyan erhalten hat, in vielen Beziehungen an, und wird daher am passendsten an dieser Stelle in Betrachtung genommen.

a. Vorkommen. Das Cyan findet sich weder frei noch verbunden in der Natur. Dagegen bilden sich Cyanverbindungen unter mannigfachen Umständen; so entstehen Cyanmetalle, wenn man Stickstoff und Kohlenstoff enthaltende Substanzen mit Alkalien glüht, — so eine Verbindung des Cyans mit Wasserstoff, wenn man bittere Mandeln, Kirschlorbeerblätter ꝛc. mit Wasser zerstößt.

b. Darstellung. Man erhält das Cyan am bequemsten, wenn man seine Verbindung mit Quecksilber (deren Darstellung wir später kennen lernen werden) zum Glühen erhitzt. In dem Fall trennen sich die beiden verbundenen Körper, das Cyan entweicht gasförmig, das Quecksilber bleibt in Retorte und Vorlage zurück.

c. Eigenschaften. Das Cyan stellt ein farbloses, stark und eigenthümlich riechendes, die Gehirnnerven afficirendes, durch starke Kälte und hohen Druck verdichtbares Gas von 1,806 spec. Gewicht dar. Es ist entzündlich und brennt mit karmoisinrother Flamme. Verbrennen und Athmen unterhält es nicht, wirkt giftig, löst sich in Wasser in ziemlichem Maße.

d. Zusammensetzung, Aequivalent, Zeichen, Name. Wenn man Cyangas in Sauerstoffgas oder Luft verbrennt, oder wenn man es über einen Körper leitet, der fähig ist Sauerstoff abzugeben, z. B. über glühendes Kupferoxyd, so erhält man Kohlensäure und Stickgas; läßt man beide Gase durch ein Rohr streichen, welches Kalk enthält, so verbindet sich die Kohlensäure mit diesem (wird also zurückgehalten), während das Stickgas entweicht. Man hat so Gelegenheit, das Gewicht beider Körper auszumitteln. Berechnet man nun, wie viel Kohlenstoff in der erhaltenen Kohlensäure enthalten ist, so erfährt man die Quantitäten Stickstoff und Kohlenstoff, die zu Cyan verbunden waren. Auf diese Art hat man ermittelt, daß 100 Gewichtstheile Cyan aus 53,88 Theilen Stickstoff und 46,12 Theilen Kohlenstoff bestehen. Auf 175,25 Stickstoff = 1 Aeq. kommen demnach 150 Kohlenstoff = 2 Aeq. — Da man nun ferner das Aequivalent des Cyans zu 325,25 fand, so muß die Formel desselben C_2N sein, denn $2 \times 75 = 150$ und 175,25 sind 325,25. In der Regel bezeichnet man aber der Kürze wegen 1 Aeq. Cyan mit dem Zeichen Cy. — Der aus dem Griechischen abgeleitete Name Cyan kann mit Blaustoff verdeutscht werden, und ist von einer der erst entdeckten Cyanverbindungen, dem Berlinerblau (einer prächtigen blauen Farbe) hergenommen.

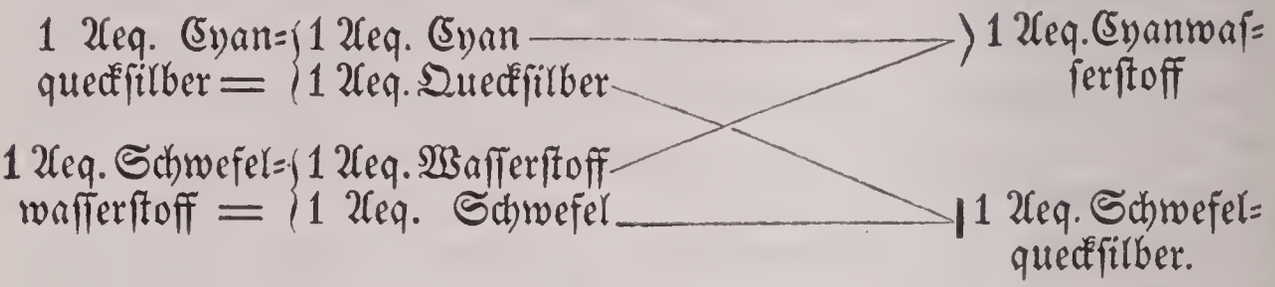
e. Verbindungen. Das Cyan verbindet sich mit den meisten Elementen und verhält sich dabei genau wie ein unzerlegbarer Körper, und zwar wie ein Salzbildner, daher man es auch ein zusammengesetztes Radikal, einen zusammengesetzten Salzbildner nennt. Seine Verbindungen mit Metallen sind Haloidsalze, wie die Chlorüre oder Chloride; sie heißen, je nachdem sie diesen oder jenen entsprechen, Cyanüre oder Cyanide. — Mit Sauerstoff bildet das Cyan Sauerstoffsäuren, mit Wasserstoff eine Wasserstoffsäure. Diese letztere, welche in der Regel Blausäure genannt wird, ist es, die hier etwas näher betrachtet zu werden verdient.

Cyanwasserstoff (Blausäure).

§. 60.

Man kann die Cyanwasserstoffsäure auf sehr verschiedene Weise darstellen, am vortheilhaftesten aus dem sogenannten Blutlaugensalze (welches wir unten beim Eisen werden kennen lernen) durch Zerlegung desselben mit Schwefelsäurehydrat, oder auch, indem man Schwefelwasserstoff über in einer Röhre befindliches Cyanqueckſilber leitet und die entstehenden Produkte in eine stark abgekühlte Vor-

lage führt. Die bei dieser Darstellungsweise stattfindende Umsetzung ergiebt sich aus folgendem Schema:



Von den gebildeten Produkten bleibt das Schwefelqueckſilber in der Röhre, die Cyanwaſſerſtoffſäure erhält man in der Vorlage. Sie ſtellt eine waſſerhelle, höchſt flüchtige, ſchon bei 26,5° ſiedende Flüſſigkeit von bittermandelähnlichem, höchſt durchdringendem Geruch und überaus giftiger Wirkung dar. Ein Tropfen tödtet einen Hund faſt ſogleich, noch ſchneller wirkt ihr Dampf beim Einathmen. Sie hat ein ſpec. Gewicht = 0,6967, iſt leicht entzündlich, brennt mit weißer Flamme, röthet Lackmus ſchwach, verhält ſich überhaupt wie eine ſchwache Säure. — Mit Waſſer vereinigt ſie ſich in allen Verhältniſſen. Eine ſolche, etwa 3 Proc. waſſerfreie Blauſäure enthaltende, Löſung iſt es, welche man in den Apotheken unter dem Namen wäſſerige Blauſäure oder auch ſchlechtweg Blauſäure vorräthig hat. Solche Löſungen (in denen jedoch auch noch andere Subſtanzen nebenbei enthalten ſind) ſtellen ferner die officinellen Flüſſigkeiten dar, die man durch Deſtillation von geſtoßenen bitteren Mandeln, von Kirſchlorbeerblättern u. ſ. w. mit Waſſer erhält.

Die Cyanwaſſerſtoffſäure verbindet ſich, gerade wie die Chlorwaſſerſtoffſäure, ſcheinbar mit Sauerſtoffbaſen. Wir ſagen ſcheinbar, denn in Wirklichkeit erhält man nur Cyanmetalle und Waſſer, ſo löſt ſich z. B. Queckſilberoxyd, mit wäſſeriger Blauſäure zuſammengebracht, ſogleich in dieſer auf; entfernt man aber einen Theil des Waſſers durch Abdampfen, ſo ſchießen harte, ſchwere, ſäulenförmige Kryſtalle an, die beim Erhitzen in Cyan und Queckſilber zerfallen, die alſo keine Verbindung von Cyanwaſſerſtoff mit Queckſilberoxyd ſein können, ſondern eine Verbindung von Cyan mit Queckſilber, d. i. Cyanqueckſilber ſein müſſen.

Anhang zum ersten Abschnitte.

Die atmosphärische Luft.

I. Bestandtheile der Luft.

§. 61.

Wenn wir uns, nach dem Bisherigen, zur atmosphärischen Luft wenden, so geschieht es, um uns von diesem Gasmeer, welches alle Reiche der Natur in Wechselwirkung setzt, und das Leben der Thiere und Pflanzen, wie die Verwitterung der Gesteine vermittelt, dessen Kenntniß demnach wie überhaupt, so namentlich auch für uns, von höchster Wichtigkeit ist, eine recht klare Vorstellung zu verschaffen.

Erinnern wir uns zuerst, was wir von der Luft bereits durch Erfahrung ermittelt haben, oder worauf wir durch richtige Schlüsse hingeführt werden, so wird sich ergeben, daß wir die Bestandtheile der Luft bereits kennen.

1. Die Luft enthält Sauerstoff. Dies wissen wir bereits aus Erfahrung, denn wir haben gesehen, daß, wenn man einen Körper in der Luft verbrennt, eine Sauerstoffverbindung desselben entsteht. Wasserstoff, in Luft verbrannt, lieferte Wasser, — Kohlenstoff Kohlensäure, — Schwefel schweflige Säure ꝛc.

2. Die Luft enthält Stickstoff. Dies wissen wir ebenfalls aus Erfahrung, denn wir haben gesehen, daß Stickstoff zurückbleibt, wenn man der Luft ihren Sauerstoff durch glühendes Kupfer, durch Phosphor oder auf eine andere Art entzieht.

3. Die Luft enthält Wassergas (Wasserdampf). Dies können wir erstlich schließen, zweitens wissen. — Schließen, weil es bekannt ist, daß das Wasser, auch bei gewöhnlicher Temperatur, fortwährend verdunstet (Gasgestalt annimmt), daß demnach die Luft, die fast allenthalben mit Wasser oder feuchter Erde in Berührung ist, ununterbrochen Wassergas in sich aufnimmt, — wissen, weil wir sehen, daß sich beim Abkühlen der Luft durch einen kalten Wind oder kalte Körper, Wasser in flüssiger Form (als Nebelbläschen oder

Thau) aus der Luft absetzt, — ferner, weil wir sehen, daß Salpetersäuredampf (und viele andere Gase), in die Luft entweichend, Nebelbläschen bildet, deren Hüllen aus Salpetersäurehydrat bestehen.

4. Die Luft enthält Kohlensäure. Dies können wir nach dem, was uns bis jetzt bekannt geworden, nur schließen. Man kann es aber auch gar leicht beweisen. Schließen können wir es, weil wir erfahren haben, daß bei dem Verbrennen aller kohlenstoffhaltigen Körper, also aller Brenn- und Leuchtmaterialien, Kohlensäure gebildet wird, — daß bei dem Athmen der Menschen und Thiere, bei der Gährung u. s. w. Kohlensäure entsteht, — daß an manchen Orten Kohlensäure aus der Erde strömt u. s. w. — Beweisen können wir es, wenn wir klares Kalkwasser an die Luft stellen; denn schon nach kurzer Zeit bemerkt man eine Haut, welche sich bald zu Boden senkt, durch eine andere ersetzt wird u. s. w., bis endlich gar kein Kalk mehr im Wasser gelöst ist. Untersucht man aber die entstandenen Ausscheidungen, übergießt man sie z. B. mit verdünnter Salpetersäure, so erkennt man sogleich, daß sie Kohlensäure enthalten.

5. Die Luft enthält Ammoniumoxyd. Diesen Körper kennen wir noch nicht. Wir wissen aber, daß er sich beim Faulen stickstoffhaltiger Thier- und Pflanzenstoffe bildet. Wenn wir nun vorgreifend bemerken, daß er bei gewöhnlicher Temperatur ein Gas ist, so liegt der Schluß nahe, daß auch dies in der Atmosphäre nicht fehlen könne. — Seine Gegenwart läßt sich auch durch Versuche darthun; leitet man z. B. eine sehr große Quantität Luft durch eine kleine Portion Salzsäure (welche sich mit dem Ammoniumoxyd sehr schnell verbindet) so findet man, daß die Salzsäure Ammoniumoxyd aufnimmt.

6. Die Luft enthält auch noch andere Gase. Zu diesem Schlusse sind wir ohne Zweifel ebenfalls berechtigt, denn wo käme das Schwefelwasserstoffgas, das Kohlenoxydgas, das Kohlenwasserstoffgas ꝛc. hin, von denen wir erfahren haben, daß sie bei mancherlei Processen entstehen. In der That, diese Gase müssen ebenfalls in der Luft enthalten sein. Ihre Menge ist aber so gering, daß wir sie experimentell nicht, oder wenigstens nicht leicht, mit völliger Bestimmtheit darthun können.

7. Die Luft enthält kleine Theilchen von festen Körpern (Staub). Diese kann man leicht ohne Hülfe der Chemie entdecken, denn erstlich sieht man sie, wenn ein Luftstreifen stark von der Sonne beleuchtet ist, während ringsum geringere Helle herrscht, und ferner bemerkt man sie nur zu bald auf Möbeln, Papieren ꝛc.,

selbst an Orten, die gegen Luftzüge ziemlich geschützt sind. — Ihre Beschaffenheit läßt sich natürlich nicht im Allgemeinen feststellen, sie ist eben so verschieden, als die Körper, welche die Erdoberfläche bedecken; der Hauptsache nach aber besteht der Staub aus den kleinsten Theilchen verwitterter Felsarten, wie sie der Wind auf Aeckern und Wegen antrifft und mitreißt.

II. Verhältniß der Bestandtheile in der Luft.

§. 62.

Das Verhältniß der Bestandtheile in der Luft ist kein unveränderliches, sondern ein wechselndes. Zu diesem Schlusse muß man nothwendig kommen, wenn man bedenkt, daß hier Sauerstoff aus der Luft weggenommen, da Kohlensäure an sie abgegeben wird u. s. w. — Die Bestandtheile der Luft sind also nicht chemisch mit einander verbunden, sondern nur gemengt; die Atmosphäre ist demnach ein großartiges Gasgemenge, aus welchem jedes Gas nach Erforderniß in der Natur verwendet werden kann, ohne daß erst eine Verwandtschaft zu überwinden ist. — Weiter, als bis hierher, kommen wir durch Schlüsse nicht; Versuche aber führen uns weiter.

Leitet man z. B. ein bestimmtes Luftquantum durch folgenden Apparat:

1) Durch eine gewogene Röhre, welche mit Schwefelsäurehydrat befeuchteten Asbest enthält, dann
2) durch eine gewogene Röhre, welche mit Kalkhydrat gefüllt ist, endlich
3) durch eine gewogene Röhre, welche Phosphor, dann eine Schicht Baumwolle enthält,

und wägt man nach dem Versuche die einzelnen Apparate wieder, so findet man sie schwerer. Und zwar findet man, daß durchschnittlich durch 100 Gewichtstheile (z. B. Loth) Luft die erste Röhre um 0,8, die zweite um 0,08, die dritte um 22,8 Gewichtstheile (Loth) zunimmt. Da nun die erste (mit Schwefelsäure getränkten Bimsstein enthaltende) Röhre aus der Luft nur den Wasserdampf, — die zweite (mit Kalkhydrat gefüllte) nur die Kohlensäure und die dritte (Phosphor enthaltende) nur den Sauerstoff aufnimmt, und da das aus der dritten Röhre entweichende Gas reines Stickgas ist, so ergiebt sich die Zusammensetzung der Luft also *):

*) Auf das Ammoniumoxydgas, sowie auf die unter 6 aufgeführten Gase ist hier keine Rücksicht genommen, da ihre Menge so gering ist, daß sie auf die Resultate keinen irgend bemerklichen Einfluß ausübt; siehe unten.

direkt gefunden	22,80	Gewichtstheile	Sauerstoff
	0,08	»	Kohlensäure
	0,80	»	Wasserdampf
Rest	76,32	»	Stickstoff
	100,00	»	Luft.

Wiederholt man nun diesen Versuch öfter und an verschiedenen Stellen der Erde, so findet man nicht immer dieselben Resultate, sondern, ganz mit unserm oben gemachten Schlusse übereinstimmend, mehr oder weniger von einander abweichende.

Am meisten wechselnd ist der Gehalt der Luft an Wasserdampf. Er ist abhängig von der Temperatur, von den Winden und anderen Umständen. Nachmittags und Abends ist die Luft verhältnißmäßig reicher an Wasserdampf als Vormittags, — im Sommer reicher als im Winter.

Ebenfalls ziemlich schwankend ist der Gehalt der Luft an Kohlensäure; namentlich deswegen, weil auf denselben der Umstand mächtigen Einfluß ausübt, ob die Luft mit Wasser oder Land, mit feuchter oder trockner Erde in Berührung ist, — ob das Wetter heiter oder regnerisch, kalt oder warm ist. — Saussüre fand in den Wintermonaten durchschnittlich 0,073, in den Sommermonaten 0,108 Gewichtsprocente oder 0,0479 und 0,0713 Volumprocente (Raumtheile in 100 Raumtheilen).

Viel ärmer an Kohlensäure ist die Luft über dem Meere. — Bei Regenwetter fand Verver den Kohlensäuregehalt geringer, als an hellen Tagen, während der Nacht größer als am Tage, und ebenso wie Saussure, im Sommer größer als im Winter. — In Paris fanden Bousſingault und Lewy den Gehalt der Luft größer, als zu derselben Zeit auf dem flachen Lande.

Aeußerst gering dagegen sind die Schwankungen, welche man in dem Sauerstoff- und Stickstoffgehalt der Luft bemerkt, offenbar, weil deren Masse so außerordentlich groß ist, daß aller Verbrauch durch Verbrennungs- und Athmungsprocesse dagegen verschwindet. (Dies bezieht sich natürlich nur auf Lufträume, die mit der Atmosphäre in ungehinderter Communication stehen.)

So fanden Dumas und Bousſingault in Paris in 100 Gewichtstheilen von Wasserdampf und Kohlensäure befreiter Luft bei neun Versuchen, die zwischen dem 27. April und 22. September 1841 angestellt wurden, als höchsten Sauerstoffgehalt 23,08, als niedrigsten 22,89 Gewichtsprocente, und als mittleren Gehalt:

	in Gewichtstheilen	in Raumtheilen
Sauerstoff	23,0	20,8
Stickstoff	77,0	79,2
Luft	100,0	100,0.

Was den Gehalt der Luft an Ammoniumoxyd betrifft, so ist derselbe jedenfalls sehr gering; die Zahlen aber, durch welche man denselben ausgedrückt hat, sind noch nicht zuverlässig. Der einzige direkte Versuch, der darüber angestellt wurde (von Gräger) ergab in 100 Gewichtstheilen Luft 0,000051 Theile Ammoniumoxyd. So klein aber auch immer die Menge des Ammoniumoxyds sein mag, so spielt es doch, wie wir unten erkennen werden, in der Natur (bei Ernährung der Pflanzenwelt) eine wichtige Rolle. —

Die Menge des in der Atmosphäre vertheilten Staubes ist so abhängig von örtlichen und Witterungsverhältnissen, daß sich über dieselbe nicht wohl etwas Bestimmtes sagen läßt. — Um aber doch eine Angabe zu machen, erwähne ich, daß man gefunden haben will, daß an einem gegen Wind und Regen geschützten Orte jährlich so viel Staub fällt, daß er, zusammengedrückt, eine $\frac{1}{3}$ Linie dicke Schicht bildet. Auf eine $\frac{1}{4}$ Hektare (einen Morgen Nass.) fielen demnach im Jahr etwa 60 Kubikfuß Staub. — Am Meeresstrande ist die Menge der in die Luft aufgerissenen Theilchen ungleich bedeutender. Dort führt der Wind ganze Massen feinen Seesandes mit, desgleichen deutlich nachweisbare Spuren der Seesalze, welche er aus den Schaumbläschen der Wellen mitreißt. Wir werden auf diesen Gegenstand in dem Kapitel über Ernährung und Kultur der Pflanzen zurückkommen.

III. Verbrauch und Ersatz in der Atmosphäre.

§. 63.

Wenn nun aber, wie wir oben erfahren haben, beim Athmen der Menschen und Thiere, beim Verbrennen des Holzes, der Steinkohlen, des Oels und Talgs, der Luft fortwährend Sauerstoff entzogen und Kohlensäure dafür gegeben wird, wie kommt es, daß die Menge des Sauerstoffs nicht allmälig geringer und die der Kohlensäure größer wird? Wenn auch die Sauerstoffmenge noch so groß ist, so müßte sie doch zuletzt verbraucht werden, denn die Atmosphäre ist eine begrenzte Größe? Auf diese und ähnliche Fragen gab die Natur dem forschenden Menschen eine beruhigende Anwort, denn eine unendliche Weisheit hat dieser, wenn auch erst in fernster Zukunft

zu befürchtenden Ursache des Ersterbens der lebenden Natur vorgebeugt, indem sie das Pflanzen- und Thierleben, sowie das Zerfallen und Werden in der ganzen Natur in die engste Beziehung brachte. — Den Sauerstoff, den das athmende Thier, das brennende Holz oder das verwesende Blatt verbraucht, erhält die Atmosphäre in Verbindung mit Kohlenstoff wieder, als Kohlensäure, aus welcher die Pflanze den Sauerstoff wieder abscheidet, indem sie sich den Kohlenstoff aneignet. Den Stickstoff, welchen die Pflanze dem Ammoniumoxyd der Atmosphäre entzieht, giebt sie oder das Thier, dem sie zur Nahrung diente, der Atmosphäre als Ammoniumoxyd oder Schwefelammonium wieder, wenn ihr Leben zu Ende ist, wenn ihr Körper zerfällt, und seine Bestandtheile sich ordnen nach den Gesetzen der chemischen Verwandtschaft.

Wir haben diesen Zusammenhang hier einstweilen angedeutet, um über Verbrauch und Ersatz in der Atmosphäre von vorn herein eine richtige Vorstellung zu erwecken, ausführlicher werden wir den Gegenstand in dem Abschnitte über Agriculturchemie behandeln.

IV. Verdorbene Luft.

§. 64.

So lange das Verhältniß der Bestandtheile der Atmosphäre sich nicht wesentlich ändert, fühlen wir die Luft nicht. Durchsichtig, farblos, ohne Geschmack und Geruch ist sie auch in Hinsicht auf ihre Mengung so beschaffen, daß die Lungen gesunder Menschen und Thiere ohne Mühe im Stande sind, den zur Unterhaltung des Lebens erforderlichen Sauerstoff aus ihr aufzunehmen. Aendert sich aber das Verhältniß in einer Weise, welche die Grenzen der oben angeführten Schwankungen bedeutend übersteigt, so fangen wir an die Luft zu bemerken, sei es, daß ein vermehrter Stickstoff- oder Kohlensäuregehalt den Athmungsproceß erschwert, sei es, daß ein vermehrter Sauerstoffgehalt den Lebensproceß in unnatürlicher Weise steigert, sei es, daß sich fremde Gase der Luft beigemengt haben.

In allen diesen Fällen ist die Luft mehr oder weniger verdorben. — Es ist wichtig, die hauptsächlichsten Ursachen zu kennen, durch die ein Verdorbensein der Luft herbeigeführt werden kann.

1. *Die Luft kann einen zu großen Gehalt an Stickstoff und demzufolge einen zu geringen an Sauerstoff haben.* So verdorbene Luft bildet sich öfters in Bergwerken, wenn in mehr oder weniger abgeschlossenen Räumen die Luft mit Substanzen in Berührung ist, welche ihr den Sauerstoff entziehen, wie

dies z. B. durch gewisse Schwefelmetalle, Eisenoxydulsalze u. s. w. geschieht. — Die Bergleute nennen sie *matte Wetter*.

2. *Die Luft kann einen zu großen Gehalt an Kohlensäure und einen zu geringen an Sauerstoff haben.* Auf solche Art verdorbene Luft findet sich am häufigsten und ist unzählige Mal die Veranlassung von Erstickungen gewesen; enthält sie 7 Proc. Kohlensäure, so wirkt sie schon sehr nachtheilig, und 9 Proc. sind mit dem Leben nicht mehr verträglich.

Solche Luft findet sich in allen ganz oder theilweise abgeschlossenen Räumen, in denen Luft mit verwesenden organischen Ueberresten in Berührung ist, wie dies in verlassenen Kellern, in Gruben, Höhlen und Schachten öfters vorkommt. Die Bergleute nennen sie *saure* oder *böse Schwaden*. — Wir finden sie fast immer über dem Wasserspiegel tiefer Brunnen, sehr häufig in Gährkellern, ferner in eingeschlossenen Räumen, wo viele Menschen athmen, viele Lichter, Kohlen, Holz oder andere Substanzen verbrennen u. s. w.

3. *Die Luft kann fremde, schädliche Gase u. s. w. beigemengt enthalten.* In dem Fall wirkt sie als ein Gift. — So verdorbene Luft findet man z. B. in Zimmern, in welchen glimmende Kohlen befindlich sind, indem hierdurch der Luft nicht allein Sauerstoff entzogen und Kohlensäure gegeben wird, sondern indem auch das viel giftigere Kohlenoxydgas und betäubend wirkende brenzliche Produkte entstehen, deren Natur noch nicht genau erforscht ist. — So verdorbene Luft findet sich ferner in Räumen, wo organische, namentlich thierische Ueberreste faulen und verwesen, z. B. in Abtritten, Düngergruben, Cloaken u. s. w., bei deren Reinigung Unglücksfälle nur zu häufig sind. Derartige stinkende Luft enthält nicht allein einen vermehrten Gehalt an Kohlensäure, sondern auch Kohlenwasserstoff-, Schwefelwasserstoff- und Phosphorwasserstoffgas, ferner kohlensaures Ammoniumoxyd und Schwefelammonium. — So verdorbene Luft findet sich ferner in Kohlenbergwerken, woselbst der Luft sich öfters Kohlenwasserstoff beimengt, wie bereits oben erwähnt, in Fabriken, chemischen Laboratorien u. s. w.

Was die Erkennung verdorbener Luft betrifft, so ist solche, welche durch eine der unter 1) und 2) betrachteten Ursachen unathembar geworden ist, leicht zu entdecken; denn man hat die Erfahrung gemacht, daß in einer Luft, in welcher ein Licht noch brennt, auch ein Mensch noch zu athmen vermag, und kann daher, mittelst eines brennenden Lichtes die Luft auf ihre Athembarkeit prüfen. — Man vergesse jedoch dabei nicht, daß häufig in den unteren Schichten die Luft reicher an Kohlensäure ist (daher die bei oberflächlicher Betrach-

tung auffallende Erscheinung der Hundsgrotte in Italien, in welcher Menschen athmen können, Hunde aber ersticken), und prüfe daher auch die Luft am Boden mit Hülfe des Lichtes, bevor man sich bückt. — Erlischt dasselbe, so muß man sich schleunig entfernen und kann den Keller oder dergl. erst nach erfolgtem Auslüften wieder betreten. Enthält ein Raum, den man nicht auslüften kann oder will, durch Kohlensäure verdorbene Luft, so kann man ihn von derselben auch durch Einbringen von gelöschtem Kalk befreien. Dieser zieht die Kohlensäure mit Begierde an und verwandelt sich dadurch in kohlensauren Kalk.

Eine Luft dagegen, welche durch Beimengung fremder schädlicher Gase verdorben ist, kann man nicht mittelst eines Lichtes auf Athembarkeit prüfen; in einer solchen Luft kann ein Licht ganz hell brennen, während sie dem Menschen gefährlich oder tödtlich ist. Wie oft fand man brennende Lichter in Zimmern, in welchen Personen durch Kohlendunst erstickt waren.

Durch Kohlensäure betäubte und scheintodt gewordene Personen lassen sich häufig wieder in's Leben rufen, wenn man ihnen ganz schwachen Salmiakgeist (wässeriges Ammoniumoxyd) unter die Nase hält, oder wenn man ihnen Luft einbläst, welche aus einem Gefäße eingeathmet wurde, auf dessen Boden man etwas schwachen Salmiakgeist geschüttet hat.

V. Verbrennen in der Luft.

§. 65.

Bei dem Verbrennungsprocesse der Körper in der Luft nimmt, wie beim Athmungsprocesse, nur der Sauerstoff der Luft thätigen Antheil, während der Stickstoff verzögernd und hemmend wirkt. Wäre er nicht, so würde jeder Funke zur Alles verschlingenden Flamme, die nur nach Verbrennung alles Verbrennlichen erlöschte. — Diese Wirkung übt der Stickstoff auf doppelte Weise aus, erstlich indem er den Zutritt des Sauerstoffs mäßigt, zweitens indem er die Verbrennungshitze mindert, da er ja durch dieselbe ebenfalls erwärmt werden muß. In beiden Wirkungen wird er unterstützt durch die Produkte der Verbrennung, denn auch diese erschweren den Zutritt des Sauerstoffs und wirken abkühlend. Bringt man in eine Flasche eine brennende Kohle und verschließt dieselbe dann, so erlöscht die Kohle bald, denn die gegebene Menge Sauerstoff vermindert sich mehr und mehr, der Stickstoff aber und die entstandene Kohlensäure nehmen rasch und in dem Maße überhand, daß die Luft nicht länger das Verbrennen zu unterhalten vermag. — Hält man aber die Kohle

oder ein Licht frei in die Luft, so brennen sie fort, denn hier steigt das erwärmte Stickgas und die gebildete heiße Kohlensäure rasch in die Höhe, und unaufhaltsam dringt daher frische Luft von unten nach, der Kohle oder dem Licht neuen Sauerstoff zuführend. — Alle Apparate nun, welche der Mensch erdacht hat, um Körper rasch und vollständig zu verbrennen, sei es, daß er die dabei erzeugte Wärme oder das entstehende Licht benutzen will, haben den Zweck, die untaugliche Luft schnell zu entfernen und neue Luft rasch zuzuführen. Unsere Oefen mit Röhren und Schornsteinen, die Gebläseöfen, das Löthrohr, die Lampen mit Zuggläsern u. s. w. sind solche Apparate.

Zweiter Abschnitt.

Die Metalle und ihre Verbindungen mit unorganischen Körpern.

Eintheilung der Metalle.

§. 66.

Die allgemeinen Eigenschaften der Metalle haben wir bereits oben kennen gelernt (§. 9. b.). Das große Gebiet bringen wir zur Erleichterung der Uebersicht in folgende Abtheilungen:

I. Leichte Metalle nennen wir diejenigen, deren specif. Gewicht unter 5,1 liegt.

II. Schwere Metalle sind uns diejenigen, deren specif. Gewicht über 5,1 liegt.

Die Abtheilung I, die leichten Metalle, bringen wir in drei Gruppen und unterscheiden:

A. Metalle der Alkalien. Ihre Oxyde (die Alkalien im engeren Sinne) lösen sich leicht in Wasser.

B. Metalle der alkalischen Erden. Ihre Oxyde (die alkalischen Erden) lösen sich schwer in Wasser.

C. Metalle der Erden. Ihre Oxyde (die Erden) lösen sich nicht in Wasser.

Die Abtheilung II, die schweren Metalle, bringen wir in zwei Gruppen und unterscheiden:

A. Unedle Metalle. Ihre Oxyde zerfallen beim Erhitzen nicht in Metall und Sauerstoff.

B. Edle Metalle. Ihre Oxyde zerfallen in der Hitze in Metall und Sauerstoff.

Erste Abtheilung der Metalle.

Leichte Metalle.

Erste Gruppe.

Metalle der Alkalien.

1. Kalium.

§. 67.

a. Vorkommen. Das Kalium kommt nie im reinen Zustande in der Natur vor; außerordentlich verbreitet aber sind seine Verbindungen, namentlich die Kaliumoxydsalze. Sie finden sich in sehr vielen Mineralien, bald vorwaltend, bald in geringerer Menge; ferner sehr verbreitet im Planzenreich, wie auch, wenngleich sparsamer, im Thierreich.

b. Darstellung. Zur Gewinnung der Kaliumverbindungen und des Kaliums eignen sich vorzugsweise diejenigen Kaliumoxydsalze, welche sich in den Pflanzen, organische Säuren enthaltend, finden. Sie werden ohne Ausnahme in der Glühhitze zersetzt und hinterlassen kohlensaures Kaliumoxyd. — Glüht man sie nun im reinen Zustande, so bekommt man reines kohlensaures Kaliumoxyd, verbrennt man hingegen die ganze Pflanze, in der sie neben anderen Salzen enthalten sind, so erhält man das kohlensaure Kaliumoxyd gemengt mit diesen anderen Salzen oder ihren Zersetzungsprodukten. Fassen wir jenen Fall, als den einfachsten, zuerst in's Auge.

Weinstein ist eine Verbindung von Kaliumoxyd mit einer organischen Säure, die wir später unter dem Namen Weinsteinsäure werden kennen lernen. Er eignet sich, da er sich in Massen in den Weinfässern ansetzt, in welchen junger Wein lagert, und somit leicht zu haben ist, vorzugsweise zu unserem Zweck. — Erhitzt man denselben in einem geeigneten Gefäße, so verkohlt er unter Ausstoßung eines brenzlich riechenden Rauches und hinterläßt eine schwarze, kohlige Masse von höchst laugenhaftem Geschmack. Uebergießt man eine Probe derselben mit verdünnter Schwefelsäure, so entwickelt sich unter

Aufbrausen Kohlensäure. Der Rückstand enthält demnach ein kohlensaures Salz. — Behandelt man denselben wiederholt mit Wasser, filtrirt die Kohle ab und prüft sie wie zuvor, so findet man, daß sie geschmacklos ist und mit Säuren nicht mehr aufbraust. Das kohlensaure Kaliumoxyd muß also in Wasser löslich sein, es muß sich in der Lösung vorfinden. In der That zeigt auch diese jetzt den laugenhaften Geschmack und das Aufbrausen mit Säuren, und verdampft man das Wasser derselben, so bleibt das Salz in Gestalt einer weißen, bröckligen Masse zurück. Bringt man nun dieses Salz, nachdem man es mit Kohle gemengt hat, oder bringt man die durch Glühen des Weinsteins unmittelbar erhaltene Masse — denn diese ist ja ein solches Gemenge — in eine eiserne Retorte und glüht sie auf's heftigste, so entzieht die Kohle dem Kaliumoxyd seinen ganzen Sauerstoffgehalt, der Kohlensäure aber die Hälfte desselben. Es entsteht Kohlenoxydgas und Kaliumdampf. Kühlt man dieses Gasgemenge in der Art ab, daß zugleich einer Wiederverbrennung des Kaliumdampfs vorgebeugt ist (wie man dies durch eine mit Steinöl, gefüllte, eigenthümlich eingerichtete Vorlage zu erreichen vermag), so verdichtet sich der Kaliumdampf zu festem Kalium, während das Kohlenoxydgas entweicht.

c. Eigenschaften. Das Kalium stellt glänzende, grauweiße Kugeln oder Klumpen dar. Sein spec. Gewicht ist 0,865. Es ist also leichter als Wasser. Bei gewöhnlicher Temperatur läßt es sich kneten und schneiden wie Wachs, bei 58° schmilzt es, in gelinder Rothglühhitze verflüchtigt es sich. — An der Luft liegend läuft es sogleich an und wird matt, daher pflegt man es unter Steinöl aufzubewahren; auf 70° erhitzt, verbrennt es bei Gegenwart von Sauerstoff oder Luft; auf Wasser geworfen, zersetzt es dies mit Heftigkeit und unter so starker Erhitzung, daß sich das in Freiheit gesetzte Wasserstoffgas entzündet.

d. Aequivalent, Zeichen. Das Aequivalent des Kaliums ist 488,86. Das Zeichen für 488,86 Kalium = 1 Aeq. Kalium ist K.

e. Verbindungen. Das Kalium verbindet sich fast mit allen Metalloiden, auch mit einem Theil der Metalle. Von den Kaliumverbindungen sind viele wegen ihres Vorkommens im Boden, in den Pflanzen und Thieren, ferner ihrer häufigen Anwendung in landwirthschaftlichen Gewerben halber, für uns von hohem Interesse.

I. Kalium und Sauerstoff.

Das Kalium verbindet sich mit Sauerstoff in drei Verhältnissen und bildet damit eine Sauerstoffbase (Kaliumoxyd oder Kali) und zwei indifferente Oxyde, und zwar ein Suboxyd und ein Hyperoxyd. Das letztere erhielten wir beim Verbrennen von Kalium an der Luft. — Von diesen Oxyden interessiren uns die letztgenannten nicht, das erste aber im höchsten Grade.

Kaliumoxyd (Kali).

§. 68.

Das Kali findet sich nie rein in der Natur, aber wie oben bereits erwähnt, überaus häufig in Verbindungen. — Man erhält es am einfachsten durch heftiges Glühen des Kaliumhyperoxyds, welches dadurch in entweichendes Sauerstoffgas und zurückbleibendes Kali zerlegt wird. — Es stellt einen grauen, spröden, geruchlosen, höchst ätzenden Körper dar. In Wasser löst es sich mit Leichtigkeit unter starker Erhitzung. Die Lösung reagirt im höchsten Grade alkalisch. Das Kali neutralisirt Säuren vollkommen und erscheint in allen Beziehungen als stärkste Base. — Verwandelt man eine gewogene Menge Kalium in Kaliumoxyd (indem man es zuerst zu Hyperoxyd verbrennen läßt und alsdann dies heftig glüht), so macht man die Erfahrung, daß 83,02 Kalium sich mit 16,98 Sauerstoff zu 100 Kali vereinigen. — Da man nun ferner (gegen die allgemeine Regel) glaubte annehmen zu müssen, daß im Kali (der festesten Verbindung von Kalium und Sauerstoff) und nicht in der niedrigsten Sauerstoffverbindung des Kaliums — dem Kaliumsuboxyd — 1 Aeq. Kalium mit 100 Sauerstoff verbunden sei, so leitete man aus der Zusammensetzung des Kali's das Aequivalent des Kaliums ab, indem man ansetzte:

$$16{,}98 : 83{,}02 = 100 \text{ (1 Aeq. Sauerstoff)} : x$$
$$x = 488{,}86$$

wurde demzufolge das Aequivalent des Kaliums. — Da man nun als Aequivalent des Kali's 588,86 gefunden hat (siehe Analyse des Kalihydrats), so muß die Zusammensetzung des Kali's durch die Formel KO ausgedrückt werden.

Von den Verbindungen des Kali's interessiren uns folgende:

a. Kali und Wasser.

§. 69.

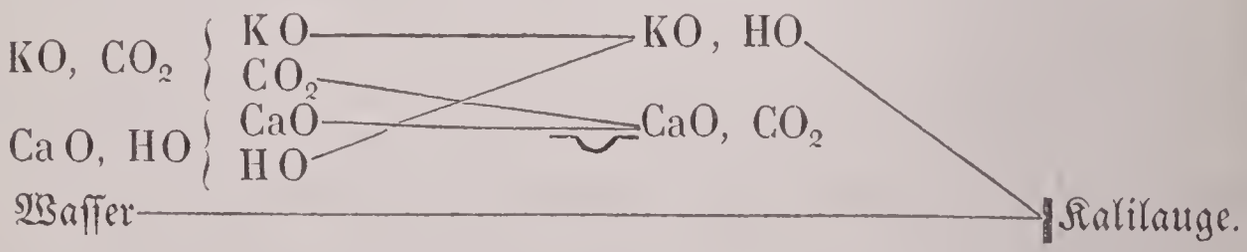
Löst man eine gewogene Menge Kali in Wasser auf, verdampft

die Lösung zur Trockne und schmilzt den Rückstand in einer Silberschale, so bekommt man einen weißen Körper, der mehr wiegt als das angewendete Kali, der demnach eine Wasserverbindung (ein Hydrat) desselben sein muß; und zwar findet man, daß sich stets 16,04 Wasser mit 83,96 Kali zu 100 Kalihydrat vereinigen. Mit 1 Aeq. Wasser = 112,5 sind demnach 588,86 Kali verbunden. 588,86 Kali muß demnach 1 Aeq. Kali sein, und die Zusammensetzung des Kalihydrats durch die Formel KO, HO ausgedrückt werden.

Das Kalihydrat ist ein weißer, harter und spröder, geruchloser Körper von faserigem Gefüge. Es schmilzt bei gelinder Glühhitze und verdampft bei stärkerer unzersetzt. Verdampft man es in einer Lichtflamme, so färbt es dieselbe violett. Seine höchst ätzende Wirkung hat ihm Anwendung in der Chirurgie verschafft. An feuchter Luft liegend zerfließt es, indem es Wasser anzieht; in Wasser löst es sich mit Leichtigkeit in allen Verhältnissen. Eine solche wässerige Kalilösung heißt man in der Regel Kalilauge. Sie ist im concentrirten Zustande dickflüssig, schwer, höchst ätzend.

Da man die Kalilauge und das Kalihydrat in den Gewerben, der Pharmacie ꝛc. häufig gebraucht, so schlägt man einen bequemeren und billigeren Weg zu ihrer Darstellung ein, als den genannten, und zwar in der Regel folgenden:

Man erhitzt eine verdünnte Lösung von 3 Theilen kohlensaurem Kali in mindestens 36 Theilen Wasser (d. i. der zwölffachen Menge) in einem eisernen Kessel zum Kochen, und trägt nach und nach, während man die Flüssigkeit fortwährend im Kochen erhält, Kalkbrei ein, den man durch Uebergießen von 2 Theilen gebranntem Kalk mit seinem dreifachen Gewichte Wasser erhalten hat. In dem Falle geht folgende Zersetzung vor sich;



Man erhält demnach Kalilauge und kohlensauren Kalk. Da nun letzterer unlöslich ist und sich leicht zu Boden setzt, so darf man den vom Feuer entfernten Kessel nur eine kurze Zeit bedeckt stehen lassen, um die klare Kalilauge von dem Bodensatze abgießen zu können. — Durch Eindampfen der Kalilauge erhält man alsdann das Kalihydrat. — Da die Kalilauge Kohlensäure mit großer Be-

gierde aufnimmt (wodurch das Kalihydrat zersetzt und wieder in kohlensaures Kali verwandelt wird), so hat man beim Abdampfen derselben zu sorgen, daß sie der Luft nur möglichst kurz ausgesetzt werde. — Aus demselben Grunde muß die Kalilauge in gut verschlossenen Gläsern aufbewahrt werden.

b. Kali und Kohlensäure.

§. 70.

Leitet man über Kalihydrat Kohlensäure, so verbindet sich dieselbe mit dem Kali unter Ausscheidung des Hydratwassers, wodurch die Masse feucht wird. Erhitzt man sie, nachdem keine Kohlensäure mehr aufgenommen wird, so entweicht das Wasser und man erhält eine weiße, bröcklige, mit Säuren Kohlensäure entwickelnde Masse (kohlensaures Kali). Zersetzt man auf diese Art 701,36 Gewichtstheile Kalihydrat, so erhält man 863,86 Gewichtstheile kohlensaures Kali und 112,5 Wasser. Da nun in 701,36 Kalihydrat 588,86 Kali enthalten sind, und da daraus 863,86 Theile kohlensaures Kali wurden, so müssen im kohlensauren Kali mit 588,86 Theilen Kali 275 Theile Kohlensäure verbunden sein, denn 863,86 weniger 588,86 = 275. Da aber 588,86 Kali 1 Aeq. Kali, und 275 Kohlensäure 1 Aeq. Kohlensäure ist, so muß die Zusammensetzung des kohlensauren Kali's durch die Formel KO, CO_2 ausgedrückt werden, und da die erhaltene Verbindung von Kohlensäure mit Kali die festeste ist, so nennt man sie neutrales kohlensaures Kali, denn die Reaktion kann hier, wie wir gleich sehen werden, nicht entscheiden.

Das neutrale kohlensaure Kali stellt eine weiße, pulverige oder bröcklige, geruchlose Masse dar, von laugenhaftem Geschmack, stark alkalisch reagirend, schwach ätzend, in der Rothglühhitze schmelzend, in der Weißglühhitze verdampfend, an feuchter Luft durch Anziehen von Wasser zerfließend, in Wasser in allen Verhältnissen löslich. — Da es zur Darstellung der Kalilauge und zu vielen anderen Zwecken in den Gewerben, der Pharmacie ꝛc. sehr ausgedehnte Anwendung findet, so bereitet man es im Großen auf eine bequemere und billigere Art.

Wünscht man es rein, so schlägt man am besten den Weg ein, den wir oben bei der Darstellung des Kaliums bereits kennen gelernt haben, d. h., man glüht Weinstein (durch Umkrystallisiren gereinigten, siehe unten §. 168), laugt die verkohlte Masse aus und dampft die Lauge ein. — Braucht man es (wie in der Regel) nicht völlig rein, so stellt man es aus der Asche des Buchenholzes oder anderer geeigneter Pflanzen dar. Diese Aschen sind, wie oben

bereits bemerkt, ein Gemenge von kohlensaurem Kali mit anderen Salzen.

Man übergießt die Asche mit Wasser, bringt zur Trennung des Gelösten vom Unlöslichen das Ganze auf ein Filter von Leinwand, läßt die Lösung ablaufen, und wäscht den Rückstand wiederholt mit Wasser aus. Das Unlösliche besteht vorzugsweise aus Kalk- und Bittererdesalzen, Kieselsäure und unverbrannter Kohle, — die Lösung (Aschenlauge) enthält hauptsächlich Kalisalze und ist häufig durch nicht völlig verbrannte organische Substanzen bräunlich gelb gefärbt. Man dampft sie ab und glüht das erhaltene Salzgemenge, welches im Handel den Namen *rohe Pottasche* führt, bei Zutritt der Luft, um das Wasser völlig auszutreiben und die organischen Substanzen zu zerstören. — Das so erhaltene Präparat (welches sehr ungleich in seinem Gehalte an kohlensaurem Kali ist, in der Regel aber doch nicht unter 40 Proc., oft aber auch 80 oder 90 Proc. enthält) kommt unter dem Namen *gebrannte Pottasche* im Handel vor, stellt eine mehr oder weniger weiße, oft etwas bläuliche Masse dar, und enthält außer kohlensaurem Kali hauptsächlich noch schwefelsaures Kali, Chlorkalium, kieselsaures Kali, oft etwas kohlensaures Natron, und in der Regel noch geringe Mengen von kohlensaurem, phosphorsaurem, kieselsaurem Kalk, Thonerde, Kieselsäure u. s. w. — Die bläuliche oder grünliche Pottasche verdankt ihre Färbung Spuren von mangansaurem Kali. —

Kocht man 1 Theil gebrannte Pottasche mit 2 Theilen Wasser, so bleiben einige der genannten Körper, namentlich Kieselsäure, die Kalksalze, Thonerde ꝛc. zurück, und läßt man die durch Filtration von denselben befreite Lauge mehrere Tage ruhig stehen, so krystallisirt das ziemlich schwerlösliche schwefelsaure Kali fast vollständig heraus. Dampft man alsdann die Lauge ein, so erhält man die sogenannte *gereinigte Pottasche*, ein Gemenge von viel kohlensaurem Kali mit wenig fremden Salzen (der Hauptsache nach Chlorkalium, etwas kieselsaurem Kali und öfters etwas kohlensaurem Natron).

Leitet man in eine sehr concentrirte Lösung von neutralem kohlensaurem Kali Kohlensäure sehr langsam ein, so wird dieselbe aufgenommen, und nach einiger Zeit krystallisirt aus der Lauge ein Salz, welches auf dieselbe Menge Kali doppelt so viel Kohlensäure enthält, als das neutrale, welches demnach *saures kohlensaures Kali* oder *zweifach-kohlensaures Kali* ist. Es ist in Wasser schwerer löslich, als das neutrale, schmeckt salzig, schwach alkalisch, nicht ätzend, reagirt schwach alkalisch, verliert die Hälfte seiner Kohlensäure, wenn es trocken oder in Lösung erhitzt wird.

c. Kali und Kleesäure.

§. 71.

Das Kali verbindet sich mit der Kleesäure in drei verschiedenen Verhältnissen, und bildet damit ein neutrales, ein zweifach- und ein vierfach-saures Salz, von denen die beiden ersten für uns insofern von Wichtigkeit sind, als sie in vielen Pflanzen vorkommen. — Betrachten wir zuerst das zweifach-kleesaure Kali, das sogenannte Sauerkleesalz oder Kleesalz. — Man gewinnt es aus dem Safte von Oxalis Acetosella und anderen Oxalis-Arten durch Abdampfen, Klären und Krystallisirenlassen, oder auch dadurch, daß man von zwei abgewogenen Theilen Kleesäurelösung den einen mit kohlensaurem Kali genau neutralisirt, alsdann den andern zumischt, die Flüssigkeit abdampft und krystallisiren läßt. — Das Kleesalz stellt farblose, sauer schmeckende und reagirende, giftig wirkende, in Wasser schwer lösliche Krystalle dar. Beim Erhitzen werden dieselben, unter Ausstoßung eines zum Husten reizenden Rauches zersetzt und hinterlassen kohlensaures Kali. Die Analyse derselben ergab, daß ihre Zusammensetzung durch die Formel: $KO, 2C_2O_3 + HO$ ausdrückbar ist. Dieses Salz enthält demnach die Bestandtheile von 1 Aeq. neutralem oxalsaurem Kali (KO, C_2O_3) und von 1 Aeq. Oxalsäurehydrat (C_2O_3, HO). — Neutralisirt man eine Kleesalzlösung mit einer andern Basis, so tritt an die Stelle des Hydratwassers die neue Basis, und man erhält bei manchen Basen wirkliche Doppelsalze. Man glaubt daher auch, das Kleesalz in gewissem Sinne als ein Doppelsalz betrachten zu können, dessen eine Basis Kali und dessen andere Wasser ist, und schreibt seine Formel deswegen gewöhnlich $KO, C_2O_3 + HO, C_2O_3$.

Das neutrale kleesaure Kali läßt sich, da es in Wasser sehr leicht löslich ist, nicht wohl aus den Pflanzen darstellen, in denen es vorkommt. Um seine Eigenschaften kennen zu lernen, stellt man es daher am besten dadurch dar, daß man Kleesäurelösung mit Kalilauge oder kohlensaurem Kali neutralisirt und die abgedampfte Lösung krystallisiren läßt. Es stellt stechend salzig schmeckende, farblose, in Wasser leicht lösliche, neutral reagirende Krystalle dar, deren Zusammensetzung durch die Formel $KO, C_2O_3 + aq.$ ausgedrückt wird. Das Krystallwasser läßt sich in gelinder Hitze ohne Zersetzung des Salzes austreiben.

d. Kali und Salpetersäure.

§. 72.

Fügt man zu Kalilauge oder zu einer Lösung von kohlensaurem Kali wässerige Salpetersäure in kleinen Portionen, so läßt sich leicht ein Punkt erreichen, bei dem die Flüssigkeit weder sauer noch alkalisch reagirt. (Bei Anwendung von kohlensaurem Kali entweicht die Kohlensäure unter Aufbrausen.) Die neutrale Flüssigkeit ist nunmehr eine Lösung des gebildeten neutralen Salzes (salpetersauren Kali's) in Wasser. Entfernt man dieses in geeigneter Menge durch Abdampfen, so schießt das Salz beim Erkalten in säulenförmigen Krystallen an. Das neutrale salpetersaure Kali, gewöhnlich Salpeter genannt, ist farblos, schmeckt scharf, bitterlich, kühlend, reagirt neutral, verändert sich nicht an der Luft, schmilzt bei schwacher Glühhitze ohne Gewichtsverlust, löst sich leicht in Wasser.

Verwandelt man eine gewogene Menge Kalihydrat, z. B. 701,36 Theile (welche bestehen aus 588,86 Kali und 112,5 Wasser), nach angegebener Weise ohne Gewichtsverlust in Salpeter, so erhält man 1263,92 Theile wasserfreies Salz, woraus zu ersehen, daß 112,5 Theile Wasser ausgetrieben, und durch 675,06 Salpetersäure ersetzt worden sind, denn 675,06 und 588,86 sind 1263,92. Da nun aber 675,06 Salpetersäure = 1 Aeq. Salpetersäure und 588,86 Kali = 1 Aeq. Kali sind, so ist die Formel des Salpeters KO, NO_5.

Erhitzt man den Salpeter zum starken Glühen, so geht er unter Entwicklung von Sauerstoff zuerst in salpetrigsaures Kali, alsdann unter Abgabe von Sauerstoff und Stickstoff in ein Gemenge von Kaliumoxyd und Kaliumhyperoxyd über. — Erhitzt man den Salpeter bei Gegenwart von brennbaren Stoffen, so giebt er seinen Sauerstoff ganz oder theilweise an diese ab, und zwar unter so heftiger Wärmeentwicklung, daß in vielen Fällen heftige Verpuffung entsteht. — Hierauf beruht die Wirkung des Schießpulvers.

Zur Fabrikation desselben, wie auch zu anderen gewerblichen und ferner zu medicinischen Zwecken, werden so bedeutende Mengen von Salpeter gebraucht, daß man ihn im Großen auf einem ganz anderen Wege darstellt, als dem eben betrachteten. Man schichtet nämlich in Verwesung übergegangene stickstoffhaltige organische Körper (Blut, Mist, Fleischabfälle ꝛc.) mit Substanzen, welche kohlensaures Kali oder kohlensauren Kalk enthalten (Holzasche, Bauschutt, Kalksteinpulver ꝛc.), und setzt die Haufen, welche durch Begießen mit Urin,

Mistjauche oder dergl. feucht erhalten werden, Jahre lang dem Einflusse der Luft aus (Salpeterplantagen). — Unter diesen Umständen, namentlich auch dem Einflusse der alkalischen Basen, verbindet sich der Stickstoff der anwesenden Materien mit dem Sauerstoff der Luft zu Salpetersäure, und diese tritt im Entstehungsmoment an die Basen (deren Kohlensäure sie austreibt) und bildet damit salpetersaure Salze. — Auch trägt die in Gewitterregen enthaltene geringe Menge von Salpetersäure, und ferner, wie es scheint, auch das Ammoniumoxyd der Luft, indem es von den organischen Substanzen aufgesaugt und in den Verwesungsproceß derselben hineingezogen wird, zur Vermehrung der salpetersauren Salze bei. —

Das so erhaltene, an salpetersauren Salzen mehr oder weniger reiche Gemenge heißt Salpetererde. Man laugt dieselbe mit Wasser aus, und erhält so die rohe Salpeterlauge, welche außer salpetersaurem Kali auch salpetersauren Kalk, salpetersaure Bittererde, Kochsalz, organische Materien ꝛc., enthält. Nachdem dieselbe theilweise eingedampft ist, zersetzt man den salpetersauren Kalk und die salpetersaure Bittererde durch Zusatz von kohlensaurem Kali (Pottasche), und erhält hierdurch unlösliche kohlensaure Kalk- und Bittererde und lösliches salpetersaures Kali. Wenn sich die ersteren abgesetzt haben, gießt man die klare Lauge ab, kocht sie bedeutend ein, wobei der größte Theil des Kochsalzes heraus krystallisirt, und läßt sie dann erkalten, wodurch man den sogenannten rohen Salpeter erhält, der durch Umkrystallisiren in gereinigten Salpeter, und durch nochmaliges, wobei man die Bildung großer Krystalle durch Umrühren während des Erkaltens verhindert (gestörte Krystallisation), in reinen Salpeter verwandelt wird oder werden kann.

Nach dem oben Gesagten ersieht man ohne Mühe, wie es kommt, daß sich an Abtrittsmauern, an den Wänden, und auf dem Boden der Ställe u. s. w. stets salpetersaure Salze bilden, denn an solchen Orten sind ja alle Bedingungen zur Bildung derselben gegeben.

Schießpulver.

§. 73.

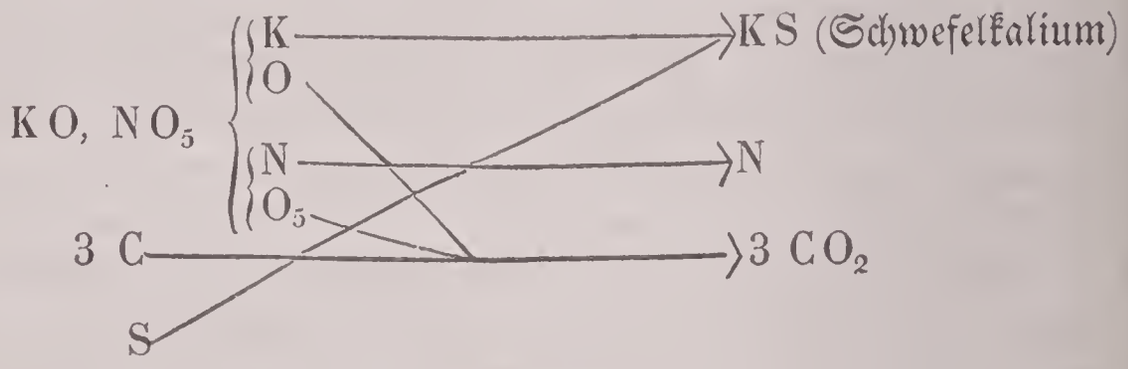
Das Schießpulver ist, wie bekannt, ein inniges Gemenge von Salpeter, Schwefel und Kohle. — Seine Wirkung beruht im Allgemeinen darauf, daß beim Abbrennen desselben aus den festen Körpern eine verhältnißmäßig sehr bedeutende, und zwar glühende (also

mit großem Ausdehnungsstreben begabte) Gasmenge erzeugt wird. Es eignet sich besser als alle anderen ähnlichen Präparate dazu, einer Kugel rasche Bewegung mitzutheilen, weil bei seiner Verbrennung die Gasentbindung hinlänglich rasch, aber doch nicht in einem einzigen Augenblicke erfolgt. Wäre aber letzteres der Fall, so würde der Kugel die Bewegung nicht in gehörigem Maße mitgetheilt, sondern vielmehr (in der Regel) der Lauf gesprengt werden.

Das beste Pulver hat folgende Zusammensetzung:

Salpeter . . .	100,0	Gewichtstheile
Kohle	17,8	»
Schwefel . . .	15,4	»

Drückt man diese durch die Erfahrung gefundenen Verhältnisse in Aequivalenten aus, so findet man, daß auf 1 Aeq. Salpeter = 1263,92, 3 Aeq. Kohle = 225,0 und 1 Aeq. Schwefel = 200 kommen. Beim Abbrennen des Pulvers nun geht folgende Zersetzung vor sich:



Man erhält demnach Stickgas und kohlensaures Gas nebst Schwefelkalium. Dieses ist zwar bei gewöhnlicher Temperatur fest, in der Glühhitze aber gasförmig, so daß man demnach in Wirklichkeit lauter Gase bekommt. Der Rauch des abbrennenden Pulvers wird bedingt durch den Schwefelkaliumdampf, der sich zum Theil in der Luft abkühlt und verdichtet, zum Theil auch zu schwefelsaurem Kali verbrennt. — Derselbe ist auch die Ursache des Pulvergeruchs.

Die verschiedenen Pulversorten sind jedoch nicht alle in gleicher Weise zusammengesetzt, sondern man weicht bald mehr, bald weniger von dem angeführten Verhältnisse ab, je nachdem man die Entzündlichkeit steigern, ein langsameres oder rascheres Abbrennen bewerkstelligen will u. s. w. — Daß alsdann auch die entstehenden Pulvergase nicht genau dieselben sind, versteht sich von selbst, so liefert manches Pulver neben Kohlensäure Kohlenoxydgas, anderes kohlensaures und schwefelsaures Kali im Rückstande u. s. w.

Die Güte des Pulvers hängt jedoch nicht allein von den Ver-

hältnissen der Bestandtheile, sondern auch von ihrer Beschaffenheit und der Innigkeit der Mengung ab. Deshalb wählt man zu seiner Darstellung den reinsten Salpeter, den besten Schwefel und die lockerste und entzündlichste Kohle. Als vorzüglichste hat man die der Faulbaum- oder Pappeläste, der Haselstaude, des Spindelbaums ꝛc. erkannt, auch gefunden, daß dieselbe wirksamer ist, wenn sie nur bis zu dunkelbrauner Farbe verkohlt ist. — In den Fabriken werden zuerst die einzelnen Materialien auf's feinste gepulvert, dann innig gemengt. Das gleichförmige Pulver presst man alsdann im etwas befeuchteten Zustande, um sein Volumen zu verringern, körnt es, indem man die gepresste Masse in Fässer bringt, welche sich langsam um ihre Achsen drehen, und stellt durch Absieben gleichmäßige Pulversorten von verschiedener Feinheit dar. — Das Körnen macht das Pulver entzündlicher und weniger geneigt, Feuchtigkeit anzuziehen; auch verhindert es, daß sich die Gemengtheile des Pulvers beim Transport von einander absondern. — Pulver, welches beim Abbrennen unverbrannte Kohle hinterläßt, muß schwächer wirken, als solches, bei dem alle Kohle in gasförmige Verbindungen übergeht; daher die bekannte Thatsache, daß man Pulver durch Abbrennen auf Papier einigermaßen auf seine Stärke prüfen kann.

e. Kali und Kieselsäure.

§. 74.

Das Kali verbindet sich mit der Kieselsäure in ziemlich vielen bestimmten Verhältnissen. Zwei der daraus hervorgehenden Verbindungen sind für uns von Interesse, die eine — das neutrale kieselsaure Kali — weil es ein Bestandtheil verschiedener Mineralien und Präparate ist, die für uns von besonderer Wichtigkeit sind, z. B. des Feldspaths, manchen Glases u. s. w.; die andere — das vierfach-kieselsaure Kali — weil es sowohl zum Schutze verbrennlicher Körper, wie auch als Düngungsmittel Anwendung findet.

Das neutrale kieselsaure Kali erhält man durch Zusammenschmelzen von 1 Aeq. Kieselsäure mit 1 Aeq. kohlensaurem Kali. Die Kohlensäure wird hierbei ausgetrieben und man behält im Tiegel die gebildete Verbindung (KO, SiO_2) in Form eines wasserhellen Glases. Dasselbe zerfließt an feuchter Luft liegend, in Wasser löst es sich langsam, aber in jedem Verhältniß, zu einer stark alkalisch schmeckenden und reagirenden, schwach ätzenden Flüssigkeit. Säuren, selbst Kohlensäure, zersetzen die Verbindung unter Abscheidung von Kieselsäurehydrat.

Das vierfach kieselsaure Kali erhält man durch Zusammenschmelzen von 100 Theilen kohlensaurem Kali mit 178 Theilen Kieselsäure, im Großen von 10 Thln. Pottasche, 15 Thln. Quarzpulver und 1 Theil Kohle (welche zur Zersetzung und Entfernung der in der Pottasche an Kali gebundenen Schwefelsäure dient). Man setzt das Schmelzen fort, bis die Masse ruhig fließt, d. h. bis alle Kohlensäure ausgetrieben ist. Man erhält so bei reinen Materialien ein wasserhelles, — nach der letzten Vorschrift ein grauschwarzes, — hartes, an der Luft Wasser anziehendes und rissig werdendes, in kaltem Wasser langsam, in kochendem leicht lösliches Glas, dessen Zusammensetzung durch die Formel $KO, 4SiO_2$ ausgedrückt wird. — Seine wässerige Lösung schmeckt und reagirt schwach alkalisch, auf Holz ꝛc. dünn aufgestrichen, trocknet sie zu einem firnißartigen Ueberzug ein, der die Entzündlichkeit und Verbrennlichkeit desselben bedeutend vermindert, (Fuchs). — Säuren, selbst Kohlensäure, zersetzen die Verbindung unter Abscheidung von Kieselsäurehydrat.

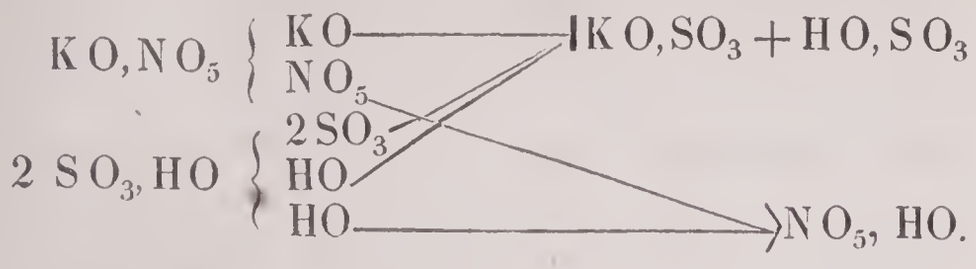
f. Kali und Schwefelsäure.

§. 75.

Gießt man zu einer Lösung von kohlensaurem Kali verdünnte Schwefelsäure, so wird die Kohlensäure ausgetrieben und entweicht unter Aufbrausen. Setzt man das Zugießen fort, bis die Flüssigkeit neutral reagirt, so hat man eine Auflösung des gebildeten neutralen schwefelsauren Kali's in Wasser. Entfernt man dieses theilweise durch Abdampfen, so erhält man beim Erkalten jenes in farblosen, harten, salzig bitter schmeckenden Krystallen, welche in der Hitze zerspringen und bei sehr hoher Temperatur ohne Gewichtsverminderung schmelzen, also wasserfrei sind. Ihre Zusammensetzung wird durch die Formel KO, SO_3 ausgedrückt. — In Wasser löst sich das schwefelsaure Kali etwas schwierig. — Es ist für uns besonders insofern von Interesse, als es bei manchen chemischen Processen, z. B. der Fabrikation der Pottasche als Nebenprodukt gewonnen wird, deshalb ziemlich billig ist, und somit verwendet werden kann, dem Boden Kali zuzuführen.

Mit noch einmal soviel Schwefelsäure bildet das Kali eine weitere Verbindung, das zweifach-schwefelsaure oder saure schwefelsaure Kali, welches sowohl wasserfrei ($KO, 2SO_3$) als auch wasserhaltig ($KO, SO_3 + HO, SO_3$) existirt, und ebenfalls bei manchen Processen, z. B. der Darstellung der Salpetersäure aus Salpeter, als Nebenprodukt gewonnen wird. Die bei diesem Pro-

cesse stattfindende Zersetzung, welche wir oben noch nicht genauer betrachtet haben, wird durch folgendes Schema dargestellt:



Das saure schwefelsaure Kali schmeckt und reagirt sehr sauer, löst sich leicht in Wasser.

g. Kali und Phosphorsäure.

§. 76.

Das Kali bildet mit der Phosphorsäure die verschiedenartigsten Verbindungen, dreibasische, zweibasische und einbasische, und von ersteren wiederum saure, neutrale und basische, vergl. §. 48. Von denselben interessiren uns zumeist die dreibasischen Salze, weil sie in vielen Pflanzen, namentlich auch im Samen der Getreidearten, in reichlicher Menge vorkommen.

Man kann sie durch Zersetzung des Kalihydrats oder kohlensauren Kali's mit dem gewöhnlichen Hydrat der Phosphorsäure ohne Mühe erhalten. — Setzt man soviel Phosphorsäurelösung zu verdünnter Kalilauge, bis Lackmuspapier nicht mehr verändert wird, so erhält man beim Abdampfen und Abkühlen das sogenannte saure Salz ($PO_5, KO, 2HO$) in farblosen, sehr sauer schmeckenden und reagirenden, in Wasser leicht löslichen, beim Glühen unter Abgabe des Wassers schmelzenden [demnach in metaphosphorsaures Kali (PO_5, KO) übergehenden] Krystallen. Die Mutterlauge, welche man von denselben abgegossen hat, reagirt alkalisch und enthält das neutrale Salz ($PO_5, 2KO, HO$), welches aber nicht krystallisirbar ist. Abgedampft liefert seine Lösung einen Rückstand, der beim Glühen Wasser abgiebt, schmilzt und in pyrophosphorsaures Kali ($PO_5, 2KO$) übergeht. — Das basische Salz ($PO_5, 3KO$) erhält man durch Glühen von 1 Aeq. Phosphorsäurehydrat mit 3 Aeq. kohlensaurem Kali, in Gestalt eines klaren, beim Erkalten undurchsichtig werdenden, in heißem Wasser leicht, in kaltem sehr schwer löslichen, in der Hitze unveränderlichen Glases.

h. Kali und Chlorsäure.

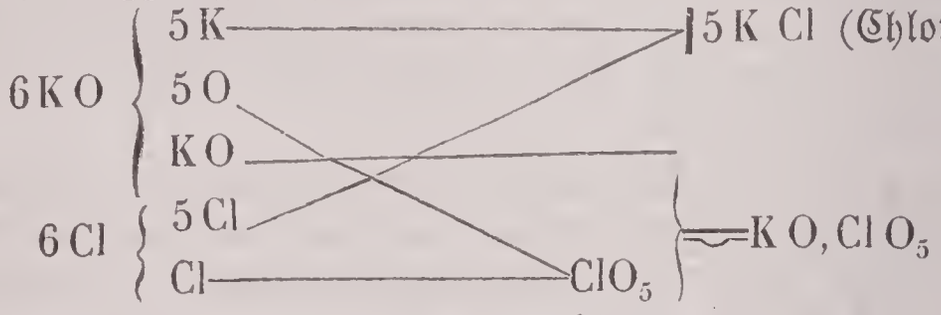
§. 77.

Das chlorsaure Kali haben wir oben angewendet zur Darstellung

des Sauerstoffs. Wir haben uns damit die Verpflichtung auferlegt, dasselbe etwas genauer kennen zu lernen.

Leitet man Chlorgas in concentrirte Kalilauge, so wird dasselbe absorbirt, und es entweicht kein Gas aus der Lösung. Setzt man dies fort, bis endlich kein Chlor mehr aufgenommen wird, erwärmt man alsdann die Flüssigkeit einige Zeit bis fast zum Sieden und kühlt sie dann stark ab, so krystallisirt ein Salz in tafelförmigen glänzenden Krystallen heraus; die Mutterlauge aber schmeckt noch sehr salzig und liefert beim weiteren Abdampfen eine reichliche Krystallisation von einem andern, dem Kochsalz ähnlich schmeckenden Salz. Jenes ist chlorsaures Kali, dieses Chlorkalium, s. u.

Bei dieser Zersetzung erhält man aus 6 Aeq. Kalihydrat und 6 Aeq. Chlor als Endprodukte 1 Aeq. chlorsaures Kali und 5 Aeq. Chlorkalium. — Anfang und Ende des Vorgangs ergiebt sich aus folgendem Schema, wobei das Hydratwasser des Kali's, als unwesentlich, weggelassen ist.



Das chlorsaure Kali schmeckt kühlend, herb, salzig. 1 Aeq. desselben zerfällt bei fortgesetztem Glühen in 1 Aeq. Chlorkalium und 6 Aeq. Sauerstoff. Zu brennbaren Körpern verhält es sich ähnlich dem Salpeter, veranlaßt aber noch weit heftigere Explosionen. Mit Schwefel und Phosphor in Berührung verpufft es schon durch Reibung oder Schlag. — Es dient zur Darstellung der Tunkzündhölzchen (deren Masse bei Berührung mit Schwefelsäurehydrat zur Entzündung kommt) und zur Anfertigung von einer Sorte Zündhütchen.

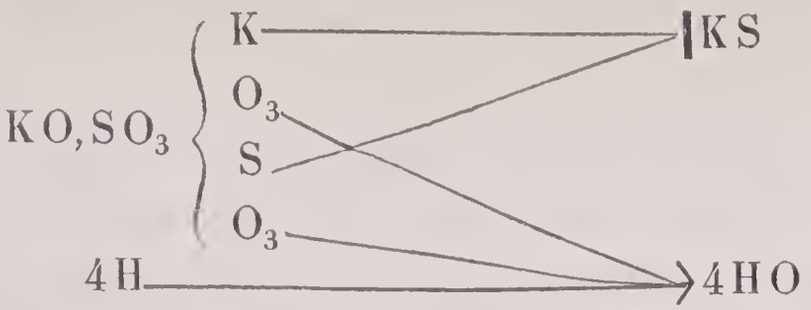
II. Kalium und Schwefel.

§. 78.

Kalium und Schwefel vereinigen sich in fünf verschiedenen Verhältnissen. Von den Verbindungen ist eine (das Einfachschwefelkalium) eine Sulphobase, die anderen sind indifferente Sulphurete (Supersulphide).

1. Einfachschwefelkalium.

Glüht man neutrales schwefelsaures Kali in einem Strome von Wasserstoffgas oder gemengt mit Kohle, so wird ihm sein Sauerstoff vollständig entzogen, es entweicht Wasserdampf oder Kohlenoxyd, und Einfachschwefelkalium (KS) bleibt zurück, z. B.



Es stellt eine hellrothe, in der Hitze schmelzbare, in starker Glühhitze verdampfbare, krystallinische, beim Glühen an der Luft langsam zu schwefelsaurem Kali verbrennende Masse dar. An feuchter Luft zerfließt es, in Wasser löst es sich leicht zu einer farblosen, alkalisch reagirenden, laugenhaft und bitter schmeckenden, ätzenden Flüssigkeit. Sauerstoffsäuren wie Wasserstoffsäuren zerlegen es unter Entbindung von Schwefelwasserstoff. Durch erstere entstehen Kalisauerstoffsalze, durch letztere Kaliumhaloidsalze. In jenem Fall wird mit jedem Aequivalent Schwefelkalium 1 Aeq. Wasser zerlegt, dessen Wasserstoff sich mit dem Schwefel und dessen Sauerstoff sich mit dem Kalium verbindet.

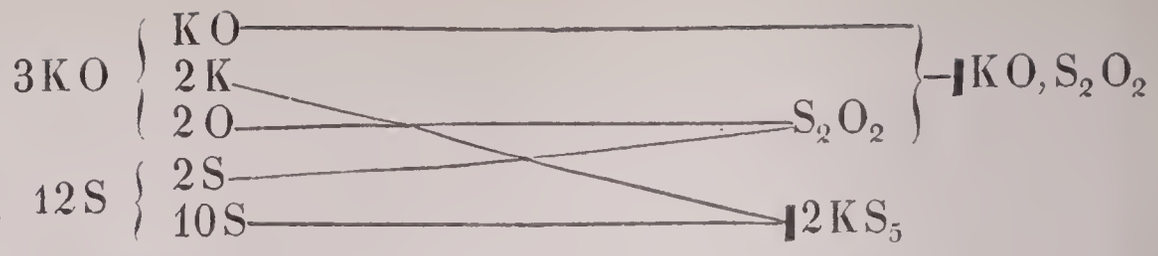
Schwefelkalium und Wasserstoffsulphid.

Leitet man über schmelzendes Schwefelkalium Schwefelwasserstoff, so verbinden sich beide zu einem Sulphosalze (Wasserstoffsulphid-Schwefelkalium, KS,HS). Dasselbe stellt eine braune, krystallinisches Gefüge zeigende Masse dar, welche sich mit Wasser zu einer farblosen Lösung vereinigt. Dieselbe erhält man auch durch Einleiten von Schwefelwasserstoff in die wässerige Lösung des Einfachschwefelkaliums. Sie ist farblos, ätzend, stark alkalisch. Säuren treiben daraus noch einmal so viel Schwefelwasserstoff aus, als aus dem Einfachschwefelkalium.

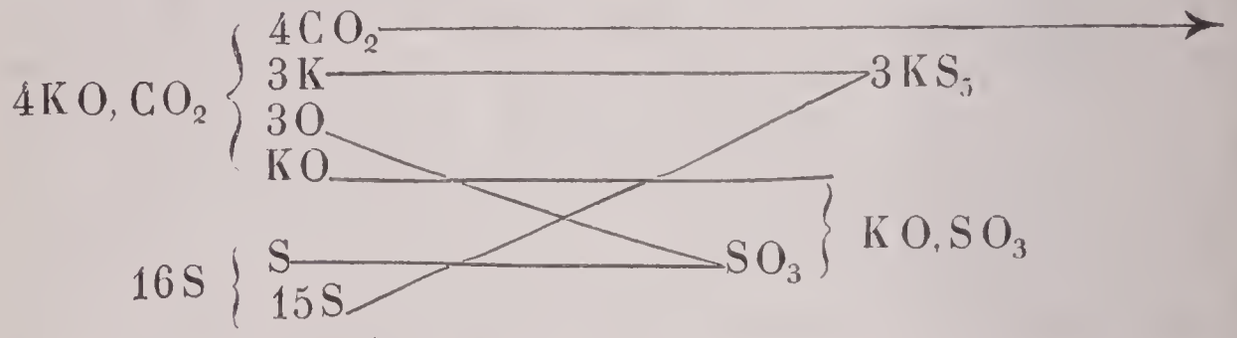
2. Kaliumsupersulphide und Schwefellebern.

Von den höheren Schwefelungsstufen des Kaliums ist für uns im reinen Zustande keine von besonderem Interesse. Dafür ist wichtig, die Bildung der sogenannten Schwefellebern zu verstehen, welche als Arzeneimittel ꝛc. allgemeineres Interesse haben und zur Darstellung der Schwefelmilch dienen.

Kocht man Kalilauge mit Schwefel, so löst sich dieser darin zu einer gelbbraunen Flüssigkeit auf. Trägt man allmälig so viel Schwefel ein, daß ein Theil desselben ungelöst bleibt, so erhält man eine gelbbraune Lösung, welche auf 2 Aeq. Fünffachschwefelkalium, 1 Aeq. unterschwefligsaures Kali enthält. Folgendes Schema erläutert den Vorgang:



Schmilzt man 4 Aeq. kohlensaures Kali mit 16 Aeq. Schwefel bei gelinder Hitze, bis die Masse ruhig fließt, so erhält man ebenfalls Fünffachschwefelkalium, aber gemengt mit schwefelsaurem Kali:



Nimmt man nur 10S auf $4KO, CO_2$, so bekommt man statt der 3 Aeq. Fünffachschwefelkalium 3 Aeq. Dreifachschwefelkalium (KS_3).

Diese Verbindungen stellen leberfarbene, (daher ihr Name) alkalisch reagirende, alkalisch bitter schmeckende, nach Schwefelwasserstoff riechende, schmelzbare, in Wasser leicht lösliche Massen dar. — Versetzt man ihre Lösung, oder auch die durch Kochen von Schwefel mit Kalilauge erhaltene, mit einer stärkeren Säure, z. B. verdünnter Schwefelsäure, so werden sie unter Abscheidung von Schwefel und Entbindung von Schwefelwasserstoff zersetzt. Der erstere hat seiner feinen Zertheilung wegen ein weißes Ansehen. Ausgewaschen und getrocknet stellt er die sogenannte Schwefelmilch dar.

III. Kalium und Chlor.

§. 79.

Bringt man Kalium in Chlorgas, so entzündet es sich und verbrennt zu einer weißen Salzmasse (Chlorkalium, KCl). Eine andere Art, wie das Chlorkalium entsteht, haben wir schon oben bei der Darstellung des chlorsauren Kali's kennen gelernt; noch weit einfacher jedoch erhält man es durch Sättigen von kohlensaurem Kali mit Salzsäure. Es entsteht dadurch Chlorkalium und Wasser; die Kohlensäure wird ausgetrieben. — Das Chlorkalium stellt weiße, dem Kochsalz in allen Beziehungen ähnliche Krystalle dar. Es ist für uns sowohl seines Vorkommens im Boden, den Gewässern ꝛc. wegen, als auch deshalb von Interesse, weil es bei manchen Processen als Nebenprodukt gewonnen wird, deswegen billig und als Düngemittel verwendbar ist.

2. Natrium.

§. 80.

a. Vorkommen. Das Natrium findet sich nie rein in der Natur. Sehr verbreitet aber sind seine Verbindungen. — Vereinigt mit Sauerstoff und Säuren kommt es in vielen Mineralien vor; in Verbindung mit Chlor bildet es das Kochsalz, welches sich äußerst verbreitet und in sehr großer Menge in allen Reichen der Natur findet.

b. Darstellung. In Ungarn wittert an einigen Orten ein Salz aus der Erde, welches mit Säuren Kohlensäure entwickelt, in Wasser löslich ist, sehr stark alkalisch reagirt und schmeckt, und demnach mit dem kohlensauren Kali in seinen Eigenschaften fast ganz übereinkommt, doch aber dadurch von demselben leicht zu unterscheiden ist, daß seine wässerige Lösung beim Abdampfen große, wasserhaltige Krystalle liefert, die an der Luft liegend verwittern. — Dieses Salz nennt man kohlensaures Natriumoxyd oder kohlensaures Natron, auch wohl Soda. Man gewinnt es gewöhnlich auf einem Wege, den wir unten werden kennen lernen, aus dem Kochsalz. — Verfährt man nun mit demselben genau so, wie wenn man aus kohlensaurem Kali Kalium bereiten will, d. h. mengt man es mit Kohle und glüht es in einer Eisenretorte auf's heftigste, so erhält man ein dem Kalium in vielen Beziehungen ähnliches, doch aber deutlich davon verschiedenes Metall, das Natrium.

c. Eigenschaften. Das Natrium ist bei gewöhnlicher Temperatur schneidbar, leichter als Wasser (spec. Gewicht = 0,97), an der Luft und mit Wasser in Berührung sich rasch oxydirend. Die dabei entwickelte Hitze ist jedoch nicht so bedeutend, wie beim Kalium, daher entzündet sich das bei der Wasserzersetzung frei werdende Wasserstoffgas nicht. Das Natrium muß wie das Kalium aufbewahrt werden.

d. Aequivalent, Zeichen. Das Aequivalent des Natriums ist 287,17. Das Zeichen für 287,17 Natrium = 1 Aeq. Natrium ist Na.

e. Verbindungen. Die Natriumverbindungen zeigen in den meisten Beziehungen eine große Uebereinstimmung mit den Kaliumverbindungen; mehrere derselben sind für uns ihres Vorkommens und Gebrauchs halber von hohem Interesse.

I. Natrium und Sauerstoff.

Das Natrium bildet mit dem Sauerstoff, ebenso wie das Ka-

lium, drei Verbindungen: ein Suboxyd, ein Oxyd und ein Hyperoxyd. Nur das Oxyd ist für uns von Interesse.

Natriumoxyd (Natron).

§. 81.

Das Natriumoxyd wird in einer der Darstellung des Kali's entsprechenden Weise erhalten, kommt mit diesem in seinen Eigenschaften fast völlig überein und hat analoge Zusammensetzung. Es enthält in 100 Gewichtstheilen 74,17 Natrium und 25,83 Sauerstoff. Seine Formel ist NaO. — Von seinen Verbindungen interessiren uns folgende:

a. Natron und Wasser.

1 Aeq. Natron verbindet sich mit 1 Aeq. Wasser zu Natronhydrat (NaO, HO). Dieses löst sich in jeder beliebigen Menge Wassers auf und bildet damit Natronlauge. Die Darstellung beider ist der der entsprechenden Kaliverbindungen vollkommen gleich. — Auch in den Eigenschaften zeigt sich eine merkwürdige Uebereinstimmung. In Geschmack, Reaktion, ätzender Wirkung ꝛc. sind sich beide vollkommen ähnlich. An der Luft liegend zieht das Natronhydrat, ebenso wie das Kalihydrat, Wasser an. Die zerflossene Masse erhärtet jedoch allmälig durch Aufnahme von Kohlensäure wieder, während das zerflossene Kalihydrat flüssig bleibt. Einer Flamme, in der es verdampft, theilt das Natronhydrat eine intensiv gelbe Farbe mit.

b. Natron und Kohlensäure.

Das Natron vereinigt sich, wie das Kali, mit der Kohlensäure in zwei Verhältnissen, und bildet damit ein neutrales und ein saures Salz. Ersteres haben wir oben bereits kennen gelernt. Wie die entsprechenden Kaliverbindungen, kann man das neutrale Salz durch Zersetzung des Natronhydrats mit Kohlensäure, und das saure durch Zuleiten von Kohlensäure zu dem neutralen, darstellen. Wie man aber das neutrale Salz aus dem Kochsalz erhält, zu zeigen, bleibt unsere Aufgabe. Diese Ueberführung ist Gegenstand einer sehr ausgedehnten Industrie (Sodafabrikation), denn das kohlensaure Natron findet in den Gewerben die ausgedehnteste Anwendung.

Die ganze Darstellung, welche wir hier nur in ihren Umrissen kennen lernen wollen, zerfällt in drei Abschnitte. Der erste umfasst die Ueberführung des Kochsalzes (Chlornatriums) in schwefelsaures Natron. Dieselbe wird bewerkstelligt durch Zersetzung von 1 Aeq.

Chlornatrium mit 1 Aeq. Schwefelsäurehydrat, wodurch man im Rückstand schwefelsaures Natron erhält, während Chlorwasserstoffgas entweicht (welches, in Wasser geleitet, die rohe Salzsäure des Handels liefert), vergl. oben §. 53. Der zweite umfasst die Ueberführung des schwefelsauren Natrons in kohlensaures Natron. — Sie geschieht durch Glühen des schwefelsauren Natrons mit kohlensaurem Kalk und Kohle unter anfänglich sehr beschränktem, später vermehrtem Zutritt der Luft. — Die Endprodukte dieser Operation sind kohlensaures Natron, eine Verbindung von Kalk mit Schwefelcalcium ($3CaS, CaO$), und Kohlenoxydgas. Die ersteren (rohe Soda) bleiben im Ofen, dieses entweicht. — Die dritte Operation umfasst die Trennung des kohlensauren Natrons von der Kalkverbindung. Sie geschieht durch Behandeln der rohen Soda mit Wasser, welches jenes löst, diese zurücklässt. — Aus der Lauge erhält man, wenn man sie zur Trockne verdampft und glüht, wasserfreies (nicht völlig reines) kohlensaures Natron (calcinirte Soda), wenn man sie zur Salzhaut abdampfen und erkalten lässt, krystallisirtes kohlensaures Natron.

Ersteres (NaO, CO_2) stellt eine weiße, pulvrige oder bröcklige Masse, dieses große, klare, farblose Krystalle dar, welche 10 Aeq. oder 62,76 Procente Wasser enthalten. Das neutrale kohlensaure Natron schmeckt laugenhaft, wirkt sehr schwach ätzend, reagirt stark alkalisch, schmilzt in der Glühhitze, löst sich leicht in Wasser. Das krystallisirte Salz verwittert an der Luft und zerfällt zu einem weißen Pulver, welches nur noch 5 Aeq. = 45 Procente Wasser enthält.

Früher stellte man das kohlensaure Natron aus der Asche der See- und Strandgewächse dar, welche Methode jedoch umständlich und wenig ergiebig ist.

Das doppelt kohlensaure Natron, welches am bequemsten erhalten wird, wenn man über ein pulverförmiges Gemenge von 1 Theil krystallisirtem und 4 Theilen wasserfreiem neutralem Salze Kohlensäure leitet, so lange noch welche aufgenommen wird, stellt ein weißes, milde schmeckendes, sehr schwach alkalisch reagirendes, in Wasser lösliches Pulver dar, welches, trocken oder in Lösung erhitzt, die Hälfte seiner Kohlensäure abgiebt und zu neutralem Salze wird. Es findet als Arzeneimittel und zur Bereitung des Brausepulvers häufige Anwendung. Für uns ist es wichtig als Mittel, die Stärke des Essigs, die freie Säure im Wein ꝛc. zu bestimmen, siehe Abth. V.

c. Natron und Salpetersäure.

Auf der Grenze von Peru und Chili, im Distrikte Atakama, finden sich unter einer Thonschichte bedeutende Ablagerungen eines mit Erde gemengten Salzes. Sie erstrecken sich bei einer Mächtigkeit von 2—3 Fuß auf 30 Meilen. Die Lager folgen dem Rande eines früheren See's, bei dessen Austrocknen das Salz zurückblieb. — Man reinigt dasselbe und bringt es unter dem Namen Chilisalpeter in den Handel. Erwärmt man es mit Schwefelsäurehydrat, so entwickeln sich Dämpfe von Salpetersäurehydrat, glüht man es auf's heftigste, so bleibt Natron zurück. Das Salz ist demnach salpetersaures Natron. — Dasselbe kann man natürlich auch darstellen durch Zersetzung des kohlensauren Natrons mit Salpetersäure.

Das salpetersaure Natron (NaO, NO_5) stellt farblose Krystalle dar, welche noch unter der Glühhitze ohne Gewichtsverlust schmelzen, also wasserfrei sind. Es schmeckt kühlend, bitterlich, verpufft auf Kohlen mit gelbem Lichte. Es ist für uns vorzugsweise deshalb interessant, weil es als Düngemittel angewendet werden kann.

d. Natron und Borsäure.

§. 82.

Die Borsäure verbindet sich mit Natron in zwei Verhältnissen. Von diesen Salzen interessirt uns das eine (der sogenannte Borax), weil es sowohl in der Arzeneikunde, wie auch als Flußmittel in den Gewerben und der chemischen Analyse ausgedehnte Anwendung findet. Man erhält den Borax entweder, indem man kohlensaures Natron mit Borsäure zersetzt, oder indem man den sogenannten Tinkal reinigt. Dieser aber ist nichts anderes, als ein unreiner Borax, der in Indien und Thibet im Wasser einiger Seeen vorkommt, und aus demselben entweder von selbst auskrystallisirt oder durch Verdunstung des Wassers erhalten wird.

Der Borax stellt (wie er in der Regel vorkommt) große, klare, harte Krystalle dar, welche an trockner Luft oberflächlich verwittern, laugenhaft und zusammenziehend schmecken, schwach alkalisch reagiren und in Wasser löslich sind. — Erhitzt geht der Borax unter Verlust von 47 Procent Wasser in eine lockere, aufgeblähte Masse über, welche bei stärkerem Glühen zu einer klaren, beim Erkalten zu einem farblosen Glase erstarrenden, Flüssigkeit schmilzt. Seine Zusammensetzung wird durch die Formel $NaO, 2BO_3 + 10\,aq.$ ausgedrückt. Der Borax ist demnach zweifach borsaures Natron mit Krystallwasser.

e. Natron und Kieselsäure.

§. 83.

Die Verbindungen des Natrons mit der Kieselsäure sind für uns von Interesse sowohl als Bestandtheile vieler Mineralien (z. B. des Natronfeldspaths) wie auch des meisten Glases. Darstellung und allgemeine Eigenschaften haben sie gemein mit den entsprechenden Kaliverbindungen.

f. Natron und Schwefelsäure.

Sättigt man verdünnte Schwefelsäure mit kohlensaurem Natron, so erhält man beim Verdampfen zu geeigneter Concentration und Abkühlen große, farblose Krystalle, welche an der Luft liegend unter Verlust von 55,8 Proc. Wasser zu einem wasserfreien, weißen Pulver verwittern; schneller verlieren sie ihr Wasser beim Erhitzen, wobei sie zuerst in Fluß kommen. Das wasserfreie neutrale schwefelsaure Natron hat die Formel NaO, SO_3, das krystallisirte $NaO, SO_3 + 10\,aq.$ — Daß dasselbe Salz auch durch Zerlegung des Chlornatriums und salpetersauren Natrons mit Schwefelsäurehydrat erhalten werden kann, haben wir bereits oben gesehen. Es schmeckt kühlend, salzig, bitterlich und findet als Abführmittel häufige Anwendung. Ein alter Arzt und Chemiker, Glauber, gab ihm den Namen Glauber's Wundersalz, Glaubersalz, den es bis auf die heutige Zeit behalten hat. — Das zweifach schwefelsaure Natron hat für uns kein besonderes Interesse.

g. Natron und Phosphorsäure.

Die Verbindungen des Natrons mit der Phosphorsäure interessiren uns aus demselben Grunde wie die phosphorsauren Kalisalze, d. h. ihres Vorkommens in den organischen Reichen halber. — Wir sprechen auch hier vorzugsweise von den dreibasischen Salzen. — Das neutrale ($PO_5, 2NaO, HO$) erhält man stets, verbunden mit Krystallwasser, wenn man das gewöhnliche Phosphorsäurehydrat mit kohlensaurem Natron sättigt, die Lösung bis zu geeigneter Concentration eindampft und abkühlen läßt. Die Krystalle ($PO_5, 2NaO, HO + 24\,aq.$) schmecken schwach salzig, reagiren alkalisch, lösen sich in Wasser, verlieren bei mäßigem Erhitzen ihr Krystallwasser, beim Glühen auch ihr basisches Wasser, und gehen in pyrophosphorsaures Natron ($PO_5, 2NaO$) über. — Das basische Salz ($PO_5, 3NaO$) erhält man beim Glühen von 1 Aeq. neutralem mit 1 Aeq. kohlensaurem Natron. Diese Verbindung hält ihr drittes Aequivalent Natron

überaus schwach gebunden, so daß schon Kohlensäure die Lösung derselben zersetzt, unter Bildung von kohlensaurem Natron und neutralem phosphorsaurem Natron. — Das saure Salz (PO_5, NaO, 2 HO) erhält man durch Zumischen von gewöhnlichem Phosphorsäurehydrat zu der Lösung des neutralen Salzes und Krystallisirenlassen. Die Krystalle enthalten 2 Aeq. Krystallwasser, welche sie bei 100° verlieren, schmecken und reagiren sauer, und lösen sich im Wasser sehr leicht.

II. Natrium und Chlor.

§. 84.

Natrium und Chlor bilden nur eine Verbindung, Chlornatrium (Kochsalz). Dasselbe findet sich sowohl rein abgelagert in der Erde, als aufgelöst in Quellen (Soolquellen) und im Seewasser, desgleichen in geringer Menge in allem Quell- und Flußwasser, in dem Boden, in den Pflanzen und Thieren. —

Man gewinnt das Kochsalz entweder bergmännisch, d. h. durch mechanische Förderung aus den Salzlagern, — oder durch Auflösen des unreineren Steinsalzes in Wasser und Abdampfen der durch Absitzen klar gewordenen Lösung, — oder durch Einsieden des Wassers der Soolquellen, nachdem man dasselbe zuvor, um es durch Verdunstung zu concentriren, durch Dornenwände öfters hat herabtröpfeln lassen (Gradiren), —oder durch Abdampfen des Seewassers mit Hülfe der Sonnenwärme, selten mit Hülfe von Feuer. — Je nach der Art der Gewinnung unterscheidet man Steinsalz, Soolsalz und Seesalz. —

Das Steinsalz wird nur an denjenigen Orten bergmännisch gewonnen, an welchen es hinlänglich rein vorkommt, so zu Wieliczka in Galizien, bei Liverpool und an anderen Orten. — Es stellt Würfel, Tafeln oder Bruchstücke derselben dar, welche meist farblos, zuweilen auch röthlich oder bläulich gefärbt sind. Es ist fast ganz frei von fremden Salzen. — Das Seesalz, welches in der Regel in einem System von flachen Teichen an den Küsten von Spanien, Portugal, Südfrankreich u. s. w. durch freiwillige Verdunstung gewonnen wird, ist von den drei angeführten Salzsorten die unreinste. Es enthält stets nicht unbedeutende Mengen von schwefelsaurem Natron, Chlormagnesium, schwefelsaurem Kalk, erdige Theile u. s. w.

Das Soolsalz, welches meist in hohlen Pyramiden erscheint, ist reiner als das Seesalz. Die verschiedenen Salinen liefern jedoch sehr ungleiche Präparate; die besseren Sorten enthalten fast keine, die schlechteren 6 — 8 Procent fremde Salze (Chlorcalcium, Chlormagnesium, schwefelsaures Natron, schwefelsauren Kalk, Spuren von

Bromnatrium ꝛc.). Auch ist das beim Einsieden zuerst auskrystallisirende Salz weit reiner als das spätere. — Die unreinsten Sorten werden als Viehsalz verkauft. — Düngsalz heißt man das Gemenge, welches durch Abdampfen der Kochsalzmutterlauge unter Zusatz von Kalk, oft auch unter Beifügung des Absatzes in den Pfannen (Pfannenstein), und des an den Gradirwänden (Dornstein) erhalten wird. Es können demzufolge die von den verschiedenen Salinen gelieferten Düngsalze nicht gleich zusammengesetzt sein, denn die Soolquellen selbst haben ja oft sehr abweichende Zusammensetzung. — Die am häufigsten und in größter Menge in den von den Salinen gelieferten Düngsalzen vorkommenden Verbindungen sind: schwefelsaures Natron, Chlormagnesium, Chlorcalcium, Kochsalz, kohlensaurer Kalk und schwefelsaurer Kalk (Gyps). Der Pfannenstein der Salinen besteht meist aus schwefelsaurem Kalk, schwefelsaurem Natron, schwefelsaurer Magnesia und Kochsalz, — der Dornstein aus kohlensaurem Kalk, kohlensaurer Bittererde, schwefelsaurem Kalk ꝛc. Alle besprochenen Darstellungsweisen des Kochsalzes beziehen sich nur auf die Gewinnung und Reinigung des in der Natur vorkommenden Chlornatriums. — Erzeugen kann man dasselbe durch unmittelbares Zusammenbringen seiner Bestandtheile, Chlor und Natrium, — durch Sättigen von kohlensaurem Natron mit Chlorwasserstoffsäure u. s. w., vergl. Chlorkalium.

Das Chlornatrium stellt wasserfreie, würfelförmige oder achtflächige Krystalle dar. Das schnell krystallisirte enthält zwischen den Schichten der Krystalle Wasser eingeschlossen, und verknistert daher beim Erhitzen. Das Steinsalz hingegen enthält kein Decrepitationswasser. — Das Chlornatrium schmilzt in der Rothglühhitze, und verflüchtigt sich bei noch höherer Temperatur. Sein Geschmack ist bekannt. Er ist rein salzig, nicht bitterlich. An der Luft liegend wird es kaum feucht. Das Feuchtwerden und Zerfließen unseres gewöhnlichen Kochsalzes, wie auch der bitterliche und scharfe Geschmack, den die schlechteren Sorten zeigen, rührt von den dem Chlornatrium beigemischten Salzen (Chlormagnesium, Chlorcalcium) her. Das Chlornatrium löst sich leicht in Wasser, in heißem kaum mehr als in kaltem. Es besteht aus 60,68 Proc. Chlor und 39,32 Proc. Natrium. Seine Formel ist Na Cl.

An die Gruppe der Alkalimetalle, in welche auch noch das uns nicht näher interessirende Lithium gehört, reihen wir an, aus den bereits oben, §. 30, entwickelten Gründen, das

Ammonium.

§. 85.

Wenn man stickstoffhaltige organische Substanzen, z. B. Horn, Blut, Haare, Eiweiß ꝛc. in einem Destillationsapparat erhitzt, so erhält man im Rückstande die sogenannte thierische Kohle, in der Vorlage aber zwei Flüssigkeitsschichten. Die untere ist dickflüssig, braun und von äußerst üblem Geruch, sie hat den Namen stinkendes Thieröl bekommen, — die obere ist wässerig, dünnflüssig, riecht dem faulen Urin ähnlich, und zugleich nach dem Thieröl. Man nennt sie rohes kohlensaures Ammoniumoxyd. Sie reagirt stark alkalisch, schmeckt stechend laugenhaft, entwickelt, mit Säuren zusammengebracht, Kohlensäure und stumpft die sauren Eigenschaften derselben ab. Erwärmt man eine solche neutral gemachte Flüssigkeit in einer Retorte, so erhält man in der Vorlage Wasser, im Rückstande ein neutrales Salz. Jene Flüssigkeit verhält sich demnach in vielen Beziehungen wie eine wässerige Lösung des kohlensauren Kali's und Natrons, weicht aber darin wesentlich von denselben ab, daß sie sich in der Hitze schnell, und bei gewöhnlicher Temperatur allmälig verflüchtigt (daher ihr Geruch). — Eine der bisher betrachteten Flüssigkeit im Wesentlichen völlig gleiche erhält man auch durch Destillation gefaulten Urins, also ist auch in diesem die Verbindung enthalten, die man kohlensaures Ammoniumoxyd genannt hat. — Die Darstellung des rohen kohlensauren Ammoniumoxyds wird nach jener und dieser Methode fabrikmäßig betrieben, weil mehrere der daraus darstellbaren Präparate in der Arzeneikunde und den Gewerben ausgedehnte Anwendung finden.

I. Chlorammonium.

Neutralisirt man das rohe kohlensaure Ammoniumoxyd genau mit wässeriger Chlorwasserstoffsäure, und entfernt das Wasser durch Abdampfen, so behält man im Rückstande eine braune, noch nach Thieröl riechende Salzmasse, die man *rohen Salmiak* heißt. Behandelt man sie mit Wasser, so löst sich das Salz auf, während das Thieröl zurückbleibt, und verdampft man die wässerige Lösung nunmehr wieder, so erhält man eine weiße, reine Salzmasse, oder, wenn man nicht bis zur Trockne abdampft und der Abkühlung überläßt, feine weiße Krystalle; das so erhaltene Salz heißt *gereinigter Salmiak*. Es schmeckt stechend salzig, reagirt neutral und löst

sich leicht in Wasser. Erhitzt man es, so verwandelt es sich in ein farbloses Gas; bei Abkühlung des Gases legt sich der Salmiak in krystallinischen Rinden an die Gefäßwände an. Er ist also sublimirbar. Auf diese Eigenschaft gründet man in vielen Fabriken eine Reinigungsmethode des rohen Salmiaks, welche von der eben betrachteten abweicht, und in Folge welcher man den Salmiak in sublimirten Rinden oder Broden erhält, die von faserigem Gefüge sind und die Gestalt der Gefäße zeigen, an denen sich die Dämpfe abkühlten.

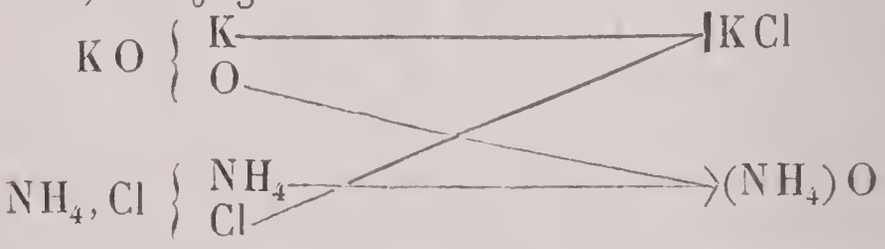
Was ist nun der Salmiak chemisch betrachtet? Offenbar eine dem Chlorkalium und Chlornatrium entsprechende Verbindung, denn wir haben ihn ja gewonnen durch Sättigen der dem kohlensauren Kali und Natron ähnlichen kohlensauren Verbindung (dem sogenannten rohen kohlensauren Ammoniumoxyd) mit Salzsäure. Er muß wie jene ein Haloidsalz, ein Chlormetall sein. Dieser Schluß wird durch die Erfahrung bestätigt, daß er mit Schwefelsäurehydrat erwärmt Chlorwasserstoff entwickelt, gerade wie Chlorkalium oder Kochsalz. — Was für ein Körper aber bildet mit Chlor Salmiak? Auf diese Frage erhält man Antwort, wenn man Salmiak mit Kalium erhitzt und die dabei sich entwickelnden Gase über glühendes Kupferoxyd leitet. In dem Fall erhält man im Rückstande Chlorkalium, aus dem Rohr mit Kupferoxyd aber entweicht Wasserdampf und Stickgas. Wägt man bei diesem Versuche den Salmiak, das Rohr mit Kupferoxyd, das erzeugte Chorkalium, das gebildete Wasser und das entweichende Stickgas (das letztere kann man auch messen), so findet man, daß 100 Gewichtstheile Salmiak liefern: 139,47 Chlorkalium (enthaltend 66,32 Chlor), 67,33 Wasser und 26,20 Stickstoff. Addirt man nun aber das Chlor und die beiden letzten Körper, so bekommt man 59,84 zuviel. Wägt man aber das Rohr mit Kupferoxyd nach dem Versuche wieder, so findet man, daß es gerade um so viel leichter geworden ist, daß es also den im Wasser enthaltenen Sauerstoff geliefert hat, und daß demnach nur der Wasserstoff des erhaltenen Wassers von dem Salmiak stammt. 100 Theile Salmiak bestehen demzufolge aus 66,32 Chlor, 7,48 Wasserstoff und 26,20 Stickstoff. Berechnet man diese Zahlen auf 1 Aeq. Chlor, so findet man, daß damit 1 Aeq. Stickstoff und 4 Aeq. Wasserstoff verbunden sind. Im Salmiak ist also ein Körper von der Zusammensetzung NH_4 mit Chlor verbunden. Diese Verbindung spielt aber die Rolle eines einfachen Körpers, sie bildet mit Chlor ein Haloidsalz, ebenso wie dies Kalium und Natrium thun. Wir betrachten sie deswegen als ein zusammengesetztes Radikal. Wie wir im Cyan ein zusam-

mengesetztes Radikal kennen gelernt haben, welches sich seinem Verhalten nach den Salzbildnern anschließt, so kennen wir demnach jetzt auch eines, welches sich wie ein Metall verhält. Die Verbindung NH_4 hat den Namen Ammonium erhalten. Ihr Aequivalent ist 225,25. — Der wissenschaftliche Name des Salmiaks ist also Chlorammonium, seine Formel NH_4,Cl. — Das Ammonium isolirt darzustellen, ist bis jetzt nicht gelungen.

II. Ammoniumoxyd (Ammon).

§. 86.

Mischt man gepulverten Salmiak mit Kalihydrat, Natronhydrat oder Kalkhydrat und erwärmt die Mischung, so erhält man im Rückstand Chlorkalium, Chlornatrium oder Chlorcalcium, während ein Gas in reichlicher Menge entweicht, welches einen höchst durchdringenden, stechenden Geruch und Geschmack hat, sehr stark alkalisch reagirt, Säuren vollkommen neutralisirt und von Wasser mit größter Begierde und in sehr bedeutender Menge aufgenommen wird. — Da man bei seiner Darstellung außer ihm nur das zurückbleibende Chlormetall erhält, so kann man seine Zusammensetzung erschließen, wie folgendes Schema zeigt:



Dieser Schluß wird vollkommen durch die Analyse bestätigt, welche zeigt, daß das Gas in der That aus 1 Aeq. Stickstoff, 4 Aeq. Wasserstoff und 1 Aeq. Sauerstoff besteht, also NH_4,O ist.

Seine Auflösung in Wasser wird ihrer häufigen Anwendung halber in Fabriken und Apotheken dargestellt durch Erhitzen von 1 Theil Salmiak und 2 Theilen Kalk (oft unter Zusatz von etwas Wasser, um die Zersetzung zu erleichtern) und Einleiten des Gases in Wasser. Sie führt den Namen Salmiakgeist oder wässeriges Ammon. Sie ist von um so geringerem spec. Gewicht, je mehr Ammon sie enthält. Eine bei gewöhnlicher Temperatur ganz gesättigte Lösung hat ein spec. Gewicht = 0,875 und enthält über ein Drittel Ammon. — Der Salmiakgeist zeigt Geruch, Geschmack und Wirkung des Gases, beim Erwärmen verliert er einen großen Theil desselben.

Durch Zusammenbringen des Ammons mit Sauerstoffsäuren, erhält man die Ammonsalze, von denen einige ihres äußerst wichtigen

Einflusses bei der Pflanzenernährung halber, für uns von höchster Wichtigkeit sind.

a. Ammon und Kohlensäure.

§. 87.

Das Ammon verbindet sich mit der Kohlensäure in sehr mannigfachen Verhältnissen, damit neutrale, anderthalbfach-, zweifach-saure Salze ꝛc. bildend.

Das neutrale Salz ($NH_4 . O, CO_2$) ist dasjenige, welches in der wässerigen Flüssigkeit enthalten ist, die man bei der trocknen Destillation stickstoffhaltiger organischer Körper gewinnt. Bei guter Abkühlung erhält man einen Theil desselben in Form fester Rinden (als sogenanntes Hirschhornsalz) im Helm des Destillirgefäßes. — Das anderthalbfach-saure Salz, $2 NH_4 . O, 3 CO_2$, erhält man beim Erhitzen von 3 Aeq. Chlorammonium mit 3 Aeq. kohlensaurem Kalk. Es entweicht dabei 1 Aeq. Ammongas, im Rückstande bleiben 3 Aeq. Chlorcalcium, als Sublimat erhält man 1 Aeq. der gewünschten Verbindung. Läßt man dieselbe an der Luft liegen, so verdunstet einfach-kohlensaures Ammon, während zweifach-kohlensaures ($NH_4 . O, 2 CO_2$) zurückbleibt. — Welche Zusammensetzung das in der Luft vorkommende kohlensaure Ammon hat, läßt sich nicht entscheiden. Bei der Fäulniß der stickstoffhaltigen organischen Körper bilden sich, je nach Umständen, wohl alle Verbindungen, welche zwischen Kohlensäure und Ammon überhaupt möglich sind.

Sämmtliche Verbindungen des Ammons mit Kohlensäure sind schon in gelinder Hitze flüchtig, zum Theil lassen sie sich unzerlegt sublimiren, zum Theil werden sie dabei verändert. Bei gewöhnlicher Temperatur verdunstet das neutrale rasch, das saure langsam; ersteres riecht sehr stark nach Ammon, letzteres ist geruchlos; jenes schmeckt stechend, stark alkalisch, bräunt Curcumapapier sehr stark, dieses schmeckt schwach, nicht alkalisch, reagirt schwach auf Curcuma. Das anderthalbfach-saure Salz steht in seinen Eigenschaften zwischen dem neutralen und sauren in der Mitte. — Alle Verbindungen lösen sich in Wasser, das neutrale am leichtesten, das saure am schwersten. — Die Lösungen verändern sich leicht an der Luft, indem die des neutralen Salzes Ammon, die des sauren Kohlensäure, die des anderthalbfach-sauren neutrales Salz durch Abdunstung verlieren.

Die Verbindungen des Ammons mit der Kohlensäure sind ihres Vorkommens in der Mistjauche, der Luft, dem Regenwasser ꝛc. halber, für die Landwirthschaft von großer Wichtigkeit. —

b. Ammon und Salpetersäure.

§. 88.

Sättigt man verdünnte Salpetersäure mit Ammon oder kohlensaurem Ammon, so erhält man beim Abdampfen der Lösung zur Kryſtallisation klare, spießige Kryſtalle von neutralem salpetersaurem Ammon ($NH_4 . O, NO_5$). Sie schmecken scharf, bitter, schmelzen in der Hitze und zerfallen unter Aufschäumen in Stickoxydulgas und Wasser. An der Luft nimmt das Salz saure Reaktion an, indem es etwas Ammoniumoxydgas entweichen läßt; in Wasser löst es sich leicht. Seines Vorkommens in den Verwesungsprodukten stickstoffhaltiger Körper halber, ist es für uns von Interesse.

c. Ammon und Schwefelsäure.

§. 89.

Durch Sättigen der verdünnten Schwefelsäure mit Ammon oder kohlensaurem Ammon und Abdampfen erhält man neutrales schwefelsaures Ammon ($NH_4 . O, SO_3$) in farblosen, in Wasser leicht löslichen Kryſtallen von scharfem, bitterem Geschmack. Weder das trockne Salz noch seine Lösung verliert an der Luft Ammon. In der Hitze ist es unter Zersetzung flüchtig. — Es fällt bei manchen Fabrikationen als Nebenprodukt ab und findet als Düngemittel Anwendung.

III. Schwefelammonium.

§. 90.

Leitet man in Salmiakgeist Schwefelwasserstoffgas, so wird dasselbe mit Leichtigkeit verschluckt. Setzt man das Einleiten fort, bis kein Gas mehr aufgenommen wird, so erhält man eine Flüssigkeit, welche Wasserstoffsulphid-Schwefelammonium ($NH_4 . S, HS$) in Auflösung hält, stark nach Ammon und Schwefelwasserstoff riecht, giftig wirkt, und in der analytischen Chemie häufige Anwendung findet. An der Luft verändert sich dieselbe, indem Sauerstoff zutritt, und mit dem Wasserstoff des Wasserstoffsulphids Wasser bildet. Der hierdurch in Freiheit gesetzte Schwefel verbindet sich alsdann mit dem Schwefelammonium zu höheren Schwefelungsstufen des Ammoniums. Hierdurch erklärt sich das Gelbwerden der anfangs farblosen Flüssigkeit. Säuren zersetzen dieselbe und entbinden Schwefelwasserstoff. Ist die Verbindung gelb geworden, so scheidet sich gleichzeitig Schwefel ab. — Mischt man Wasserstoffsulphid-Schwefelammonium mit eben soviel Salmiakgeist, als man zu seiner Darstellung verwendet hat, so setzt sich das hinzukommende Ammoniumoxyd mit dem Wasser-

stoffsulphid um, es entsteht Wasser und Schwefelammonium. Man hat daher alsdann nur diese Verbindung ($NH_4.S$) in Lösung.

Ammoniak und Amid.

§. 91.

Leitet man Ammoniumoxydgas über gebrannten Kalk, so wird dasselbe zersetzt, der Kalk nimmt an Gewicht zu und zerfällt allmälig zu Kalkhydrat; ein Gas, welches aus 1 Aeq. Stickstoff und 3 Aeq. Wasserstoff besteht, entweicht. Demselben hat man den Namen Ammoniak gegeben. Es riecht, schmeckt und reagirt wie das Ammoniumoxydgas. Kommt es mit Wasser in Berührung, so vereinigt es sich mit demselben mit der größten Begierde. Das erste Aequivalent verwandelt das Ammoniak wieder in Ammoniumoxyd, (NH_3 und HO geben $NH_4.O$), das weitere hält das entstandene Ammoniumoxyd in Lösung. Ob man demnach Ammoniumoxydgas oder Ammoniakgas in Wasser leitet, ist in Betracht des Erfolgs gleich. Man erhält in beiden Fällen Salmiakgeist, d. i. eine Auflösung des Ammoniumoxydgases in Wasser. — Das Ammoniak vereinigt sich mit wasserfreien Sauerstoffsäuren zu eigenthümlichen Verbindungen, von denen keine für uns von besonderem Interesse ist. Mit wasserhaltigen Säuren zusammengebracht, liefert das Ammoniak hingegen Ammoniumoxydsalze, — mit Wasserstoffsäuren Haloidsalze des Ammoniums. In letzterem Falle tritt der Wasserstoff der Säure zu dem Ammoniak, es in Ammonium verwandelnd, welches sich sodann mit dem Salzbildner vereinigt, z. B. NH_3 und ClH giebt $NH_4.Cl$ (Chlorammonium).

Leitet man Ammoniakgas über erhitztes Kalium, so entweicht reines Wasserstoffgas und zwar $\frac{1}{3}$ des im Ammoniak enthaltenen, und man bekommt eine Substanz von olivenfarbenem Ansehen, welche eine Verbindung von Kalium darstellt mit einem Körper von der Zusammensetzung NH_2, der sich jedoch nicht isoliren läßt. Er hat den Namen Amid erhalten. — Das Amid verbindet sich auch mit anderen Elementen und verhält sich stets wie ein zusammengesetztes Radikal. Für uns ist es interessant, weil es ein Bestandtheil mehrerer sehr wichtiger organischer Verbindungen zu sein scheint, s. u. —

Zweite Gruppe der leichten Metalle.

Metalle der alkalischen Erden.

1. Baryum.

§. 92.

a. Vorkommen. Das Baryum findet sich in der Natur niemals unverbunden, sondern stets vereinigt mit Sauerstoff und Säuren, und zwar nur im Mineralreich. Die häufigsten Barytverbindungen sind der Schwerspath und der Witherit.

b. Darstellung, Eigenschaften, Aequivalent. Uebergießt man Witherit mit verdünnter Salpetersäure, so löst er sich darin unter reichlicher Entwicklung von Kohlensäure auf. Der Witherit ist demnach ein kohlensaures Salz. Dampft man die erhaltene Lösung ab, so erhält man Krystalle, welche wir nach ihrer Entstehungsweise für ein salpetersaures Salz zu halten berechtigt sind. — Setzt man dasselbe der Hitze eines aus drei Raumtheilen Wasserstoffgas und einem Raumtheil Sauerstoffgas bestehenden, brennenden Gasgemenges aus, so entstehen glänzende, metallische, silberweiße Kügelchen von etwa 4 spec. Gewicht, welche sich an der Luft sogleich oxydiren, ebenso in Wasser unter heftiger Wasserstoffentwicklung. Das so gewonnene Metall hat den Namen Baryum erhalten. — Sein Aequivalent ist 854,85, das Zeichen für 854,85 Baryum = 1 Aeq. ist Ba.

Von den Verbindungen des Baryums sind einige für uns von Interesse, weil sie in dem für uns wichtigen Theil der chemischen Analyse eine bedeutende Rolle spielen.

I. Baryum und Sauerstoff.

§. 93.

Daß sich das Baryum an der Luft oxydire, haben wir bereits erfahren. Schneller und unter Feuererscheinung erfolgt die Oxydation beim Erhitzen. Der so entstehende Körper ist Baryumoxyd oder Baryt. Man erhält denselben auch durch heftiges Glühen des salpetersauren Baryts, von dem wir eben schon gesprochen haben. Der Baryt ist eine grauweise, poröse Masse, stark alkalisch schmeckend und

reagirend, von ätzender und außerdem auch giftiger Wirkung. Seine Formel ist Ba O. — Von den Verbindungen des Baryts interessiren uns folgende:

a. Baryt und Wasser.

§. 94.

Bringt man Baryt mit Wasser zusammen, so verbinden sich beide unter sehr starker Erhitzung zu Barythydrat (Ba O, H O), einem weißen, in der Hitze ohne Zerlegung schmelzbaren Körper, welcher sich in Wasser, namentlich kochendem, in ziemlichem Maße löst. — Die Lösung heißt Barytwasser. — Läßt man in der Kochhitze gesättigtes Barytwasser erkalten, so scheidet sich der Theil des Barythydrats, welcher von dem kalten Wasser nicht mehr gelöst erhalten werden kann, in Verbindung mit Krystallwasser in Form platter Krystalle (Ba O, H O + 9 aq.) aus, welche bei gelindem Erhitzen ihr Krystallwasser verlieren und in Hydrat übergehen. — Das Barytwasser schmeckt und reagirt stark alkalisch; es wird, an der Luft stehend, durch die Kohlensäure derselben zerlegt; diese tritt nämlich mit dem Baryt zu kohlensaurem Baryt zusammen, welcher sich, da er in Wasser unlöslich ist, abscheidet. — Das Barytwasser und das Barythydrat finden in der chemischen Analyse vielfache Anwendung. Man wählt zu ihrer Bereitung in der Regel folgende Methode , welche billiger ist, als die Darstellung aus salpetersaurem Baryt, den man aus Witherit erhalten hat. — Man glüht gepulverten Schwerspath mit Kohle (zweckmäßig unter Zusatz von etwas Harz oder Oel, wodurch eine innigere Berührung der Theilchen herbeigeführt wird) auf's heftigste in einem Tiegel. Es entweicht Kohlenoxydgas, und es bleibt eine poröse Masse, welche, mit Säuren übergossen, Schwefelwasserstoff entwickelt, demnach ein Schwefelmetall sein muß. Der Schwerspath muß somit die Elemente desselben nebst dem in Form von Kohlenoxyd entwichenen Sauerstoff enthalten. — Kocht man die im Tiegel gebliebene Masse mit Wasser, so löst sich das Schwefelmetall auf, setzt man nun der kochenden Lösung eine hinlängliche Menge Kupferoxyd zu, so verliert sie die Eigenschaft, mit Säuren Schwefelwasserstoff zu entwickeln, und filtrirt man sie von dem am Boden liegenden schwarzen Pulver ab, so hat man eine klare Flüssigkeit, welche beim Erkalten Barytkrystalle absetzt und sich in jeder Beziehung wie Barytwasser verhält.

Das erhaltene Schwefelmetall muß demnach Schwefel-Baryum gewesen, und beim Kochen desselben mit Kupferoxyd muß dessen

Sauerstoff an das Baryum getreten sein, während gleichzeitig Schwefelkupfer entstand.

b. Baryt und Schwefelsäure.

§. 95.

Leitet man über Baryt die Dämpfe der wasserfreien Schwefelsäure, so vereinigen sich beide unter heftiger Feuererscheinung und bilden einen weißen, in Wasser und Säuren unlöslichen Körper, der seiner Entstehung nach schwefelsaurer Baryt sein muß. Wägt man bei diesem Versuch den genommenen Baryt und die erhaltene Verbindung, so findet man, daß sich 34,37 Schwefelsäure mit 65,63 Baryt zu 100 schwefelsaurem Baryt verbunden haben, oder 500 Schwefelsäure mit 954,85 Baryt. Die Formel des schwefelsauren Baryts ist demnach BaO, SO_3. — Glüht man denselben, wie wir es zuvor vom Schwerspath anführten, mit Kohle, so verhält er sich genau wie dieser. Der Schwerspath muß demnach ebenfalls schwefelsaurer Baryt sein, was mit unserer obigen Erfahrung, daß er Schwefel, Baryum und Sauerstoff enthält, ganz im Einklange steht. In der That stimmen auch seine Eigenschaften mit denen der künstlich erhaltenen Verbindung völlig überein.

Da der schwefelsaure Baryt in Wasser und Säuren völlig unlöslich ist, so muß er auch immer dann entstehen, wenn man eine Lösung von Baryt mit einer Lösung von Schwefelsäure zusammenbringt. Die sofortige Entstehung eines weißen Niederschlags bestätigt bei Anstellung eines Experiments diesen Schluß, und weitere Versuche haben gelehrt, daß auch beim Zusammenkommen von Barytsalzlösungen und den Lösungen von schwefelsauren Salzen stets derselbe weiße, in Wasser und Säuren unlösliche Niederschlag entsteht. Da nun der schwefelsaure Baryt die Eigenschaft, in Säuren unlöslich zu sein, mit keiner anderen Barytverbindung gemein hat, so giebt uns der Baryt ein vortreffliches Mittel ab, die Gegenwart der Schwefelsäure in einer Flüssigkeit zu erkennen. Man darf ja nur zu der mit Salz- oder Salpetersäure angesäuerten Flüssigkeit etwas Baryt- oder Barytsalz-Lösung zutröpfeln, um an dem entstehenden Niederschlag die Schwefelsäure sogleich mit Gewißheit zu erkennen. Ein Mittel, welches, wie hier der Baryt, zur Erkennung eines anderen Körpers dienen kann, heißt man ein *Reagens*. Man sagt also, der Baryt sei ein Reagens auf Schwefelsäure. Wenn nun, wie dies im vorliegenden Falle stattfindet, das Reagens den Körper, auf den geprüft wird, auch dann noch anzeigt, wenn er in einer sehr verdünnten Lösung enthalten ist, so nennt man das Rea-

gens empfindlich. — Die durch ein Reagens hervorgerufene Erscheinung heißt man eine Reaction.

Der Baryt kann jedoch nicht nur zur Entdeckung, sondern auch zur Bestimmung der Menge der in einer Flüssigkeit enthaltenen Schwefelsäure dienen; denn wenn man durch Zusatz von überschüssiger Barytsalzlösung alle vorhandene Schwefelsäure in schwefelsauren Baryt verwandelt, diesen alsdann abfiltrirt, glüht und wägt, so weiß man mit dem Gewicht der erhaltenen Verbindung auch das der Schwefelsäure, denn 100 schwefelsaurer Baryt entsprechen ja, wie wir wissen, 34,37 Schwefelsäure.

Ebenso, wie man nun mittelst des Baryts die Schwefelsäure entdecken und bestimmen kann, so kann man auch durch Schwefelsäure die Anwesenheit von Baryt ermitteln und seine Menge bestimmen.

c. Baryt und Kohlensäure.

Die Entstehung des kohlensauren Baryts ist uns schon beim Barytwasser bekannt geworden. Ebenso haben wir bereits erfahren, daß der Witherit kohlensaurer Baryt ist. Man erhält diese Verbindung ferner stets, wenn man die Lösung eines Barytsalzes oder des Schwefelbaryums mit der Lösung eines kohlensauren Alkali's zusammenbringt. Schüttet man z. B. die Lösung von salpetersaurem Baryt zu der von kohlensaurem Kali, so erhält man kohlensauren Baryt (als Niederschlag) und salpetersaures Kali (in Lösung). — Der kohlensaure Baryt (BaO, CO_2) ist ein weißer, in Wasser unlöslicher Körper. Er wirkt giftig, daher der Witherit zuweilen zur Vertilgung der Mäuse und Ratten benutzt wird.

d. Salpetersaurer Baryt.

Wie man aus Witherit salpetersauren Baryt erhält, haben wir bereits bei der Darstellung des Baryums gesehen. Billiger erhält man denselben durch Zerlegung von, aus Schwefelbaryum dargestelltem, kohlensaurem Baryt. — Der salpetersaure Baryt (BaO, NO_5) stellt weiße, in Wasser lösliche Krystalle dar. Die Lösung dient als Reagens.

II. Baryum und Chlor.

§. 96.

Löst man kohlensauren Baryt in Salzsäure auf, so entweicht Kohlensäure, es entsteht Wasser und Chlorbaryum. Dampft man

die erhaltene Lösung ab, so erhält man klare Krystalle, welche beim Erhitzen 2 Aeq. Wasser abgeben und in wasserfreies Chlorbaryum (BaCl) übergehen. Die Lösung des Chlorbaryums dient als Reagens.

2. Strontium.

§. 97.

Ein dem Baryum überaus ähnliches Metall kommt als schwefelsaures Oxyd (schwefelsaures Strontiumoxyd oder schwefelsaurer Strontian) und als kohlensaures Salz (kohlensaurer Strontian) in der Natur ziemlich selten vor. Ersteres heißt in der Mineralogie Cölestin, letzteres Strontianit. — Auch die Verbindungen des Strontiums sind denen des Baryums ganz ähnlich. Für uns ist keine derselben von besonderem Interesse. Der kohlensaure Strontian kommt spurenweise in manchen Mineralwassern vor. Der salpetersaure und das Chlorstrontium, welche gerade so dargestellt werden, wie die entsprechenden Barytsalze, finden Anwendung in der Kunstfeuerwerkerei. Sie färben die Flammen roth.

3. Calcium.

§. 98.

a. Vorkommen. Das Calcium kommt nie rein in der Natur vor. Seine Verbindungen mit Sauerstoff und Säuren aber sind überaus verbreitet und in ungeheurer Menge vorhanden. Sie finden sich in allen Reichen der Natur. Auch mit anderen Elementen verbunden kommt das Calcium vor (Chlorcalcium, Fluorcalcium).

b. Darstellung. Die Darstellung des metallischen Calciums ist sehr schwierig. Sie gelingt jedoch durch Zersetzung seines Oxyds mit Hülfe eines sehr starken elektrischen Stroms. — Das Calcium stellt silberweiße, dem Baryum ähnliche Kügelchen dar. Sein Aequivalent ist 250. Das Zeichen für 250 Calcium = 1 Aeq. Calcium ist Ca. — Von seinen Verbindungen sind viele für uns von der höchsten Wichtigkeit, theils ihres Vorkommens im Boden, in den Pflanzen und Thieren halber, theils wegen der vielfachen Anwendung, die sie finden.

I. Calcium und Sauerstoff.

Calciumoxyd (Kalk).

§. 99.

Erhitzt man Calcium an der Luft, so verbrennt es zu einem weißen Oxyde, zu Calciumoxyd oder Kalk. 250 Thle. Calcium ver-

binden sich dabei mit 100 Sauerstoff; die Formel des Kalkes ist demnach Ca O. Eine der so erhaltenen Verbindung gleiche findet sich nicht in der Natur, läßt sich aber leicht aus natürlichen Kalkverbindungen gewinnen. Glüht man z. B. Marmor, Kalkspath, Kreide, Austerschalen oder Kalkstein in einem Luftstrom oder in einem Strom von Wasserdampf heftig, so entweicht Kohlensäure, und man bekommt im Rückstand Calciumoxyd oder Kalk — aus Kalkspath und manchen Marmorsorten in reinem, aus Kreide, Austerschalen und Kalkstein in mehr oder weniger durch Thon oder andere Körper verunreinigtem Zustand. Diese beim Glühen in Kohlensäure und Kalk zerfallenden Verbindungen sind demnach kohlensaurer Kalk. —

Der reine Kalk stellt eine weiße, nur in der allerstärksten Hitze etwas schmelzbare, nicht verdampfbare Masse dar, alkalisch schmeckend und reagirend, schwach ätzend. An der Luft zerfällt er, indem er Wasser und Kohlensäure anzieht.

Die Darstellung des Kalks aus kohlensaurem Kalk wird im Großen in den Kalköfen ausgeführt, von denen diejenigen die besten sind, welche ohne Unterbrechung gebrannten Kalk liefern. Sie werden von oben mit Kalksteinen und Steinkohlen oder anderem Brennmaterial gefüllt, während man unten den fertig gebrannten Kalk herausnimmt. Die Güte des gebrannten Kalks ist abhängig von der Natur der verwendeten Kalksteine und der Ausführung der Operation des Brennens. Je freier die Kalksteine von Thon waren, und je vollständiger ihre Kohlensäure ausgetrieben wurde, um so besser ist der gebrannte Kalk. — Bei dem Brennen des Kalks sind zwei Dinge vornehmlich in's Auge zu fassen: erstens, daß der kohlensaure Kalk nur in einem Luftstrom oder in einem Strom von Wasserdampf seine Kohlensäure leicht verliert (daher ein solcher stets vorhanden sein muß); — zweitens, daß man zwar reinen kohlensauren Kalk brennen kann, so stark man will, ohne der Güte des Kalkes zu schaden, daß dies aber nicht der Fall ist bei unreineren, thonhaltigen Kalksteinen. — Werden solche zu stark geglüht, so entstehen halbgeschmolzene oder gesinterte Verbindungen von Kalk mit Thon, welche veranlassen, daß der Kalk sich mit Wasser nicht verbindet. — Solcher Kalk heißt todtgebrannter Kalk.

Der gebrannte Kalk findet die ausgedehnteste Anwendung zur Bereitung des Mörtels, als Düngemittel u. s. w.

Von den Verbindungen des Kalks interessiren uns folgende:

a. Kalk und Wasser.

§. 100.

Daß sich Kalk unter starker Erhitzung mit Wasser verbindet, haben wir bereits oben, §. 26, bei der Feststellung des Begriffs Hydratwasser gesehen. Wägt man den genommenen Kalk und das erhaltene Hydrat, so ergiebt sich, daß 350 Kalk sich mit 112,5 Wasser vereinigen; die Formel des Hydrats ist demnach CaO, HO. Wenn man durch Betröpfeln des Kalks mit Wasser denselben in Hydrat überführt, so sagt man gewöhnlich, man lösche den Kalk. — Das Kalkhydrat ist ein feines weißes Pulver, alkalisch schmeckend und reagirend, schwach ätzend. Es verliert bei gelindem Glühen sein Hydratwasser und geht in Kalk über; an der Luft liegend, zieht es mit Begierde Kohlensäure an. Rührt man Kalkhydrat mit wenig Wasser an, so bekommt man eine teigige Masse, den sogenannten Kalkbrei, — verdünnt man denselben mit Wasser, so erhält man eine milchige Flüssigkeit, die sogenannte Kalkmilch, — läßt man dieselbe in einem verschlossenen Gefäße ruhig stehen, so bildet sich ein weißer Bodensatz von Kalkhydrat und eine klare Flüssigkeit: Kalkwasser. Dasselbe schmeckt und reagirt schwach alkalisch, und enthält nur $^1/_{600}$ Kalkhydrat. Das Kalkhydrat ist also in Wasser schwer löslich. — An der Luft stehend zieht das Kalkwasser Kohlensäure an, und bedeckt sich mit einer Haut von kohlensaurem Kalk, welche bald zu Boden sinkt, um einer zweiten Platz zu machen. Dies geht fort, bis endlich aller Kalk aus dem Wasser niedergeschlagen ist.

Das Kalkhydrat dient zur Darstellung des gewöhnlichen Mörtels oder Luftmörtels. Derselbe wird bekanntlich bereitet, indem man Kalkbrei mit Sand zu einem Teige von geeigneter Consistenz anrührt. — Kalk, dessen Hydrat einen bedeutenden Zusatz von Sand verträgt, heißt fetter Kalk, solcher, dem man nur wenig Sand zusetzen kann, magerer Kalk. — Der Kalk ist um so fetter, je reiner er ist, um so magerer, je mehr fremde Bestandtheile (Bittererde, Thon ꝛc.) er bereits enthält. —

Das Erhärten des Mörtels beruht darauf, daß er Kohlensäure aus der Luft anzieht, wodurch das Kalkhydrat zum Theil in kohlensauren Kalk übergeht. In sehr altem Mörtel fand man auch kieselsauren Kalk, hervorgegangen aus der Vereinigung der Kieselsäure des Sandes mit dem Kalk.

b. Kalk und Kohlensäure.

§. 101.

Kohlensaurer Kalk kommt, wie wir gesehen haben, in mannigfacher Gestalt in der Natur vor. Kalkspath, Arragonit, Marmor, Kreide, Kalkstein, Austerschalen, die Schalen der Eier ꝛc. sind reiner oder fast reiner kohlensaurer Kalk. Dolomit, Mergel, viele Bodenarten ꝛc. sind ebenfalls reich an kohlensaurem Kalk. In allen diesen Verbindungen finden sich mit 275 Kohlensäure (1 Aeq.) 350 Kalk (1 Aeq.) vereinigt; dieselbe Zusammensetzung hat der Niederschlag, den man erhält, wenn man Kalkwasser an der Luft stehen läßt, oder wenn man ein lösliches Kalksalz mit einem kohlensauren Alkali vermischt. Diese Körper alle sind demnach neutraler kohlensaurer Kalk und haben die Formel CaO, CO_2. — Der kohlensaure Kalk stellt als Kalkspath und Arragonit klare oder weiße, dimorphe Krystalle, — als Marmor harte, als Kalkstein weniger dichte Massen, — künstlich gefällt, ein weißes Pulver dar. Er ist geschmacklos, in reinem Wasser sehr wenig löslich. Sein Verhalten in der Hitze kennen wir bereits.

Leitet man Kohlensäure in verdünntes Kalkwasser, so entsteht ein Niederschlag von kohlensaurem Kalk; daher das Kalkwasser ein gutes Mittel zur Entdeckung und Gewichtsbestimmung der Kohlensäure abgiebt. Setzt man aber das Einleiten der Kohlensäure nach dem Ausfällen allen Kalks fort, so löst sich der Niederschlag wieder auf. Aus diesem Versuche sehen wir, daß der kohlensaure Kalk in kohlensaurem Wasser löslich ist. Man kann annehmen, daß die Lösung doppelt-kohlensauren Kalk enthält, obgleich diese Verbindung sich nicht daraus darstellen läßt; denn verdampft man die Lösung in der Wärme, oder läßt man sie bei gewöhnlicher Temperatur verdunsten, so trübt sich die vorher klare Flüssigkeit, Kohlensäure entweicht, neutraler kohlensaurer Kalk schlägt sich nieder. Derartige Lösungen von kohlensaurem Kalk in kohlensäurehaltigem Wasser müssen sich begreiflicherweise in der Natur überall bilden, wo Kohlensäure, Wasser und kohlensaurer Kalk sich finden. Diese Bedingungen sind aber unter Anderem in jeder kalkhaltigen Erde erfüllt, in welcher organische Materien verwesen, daher sind die meisten unserer Quell- und Brunnenwasser solche Auflösungen. Bleibt nun ein solches Wasser an der Luft stehen, oder wird es gekocht, so entweicht die freie Kohlensäure, und der neutrale kohlensaure Kalk schlägt sich nieder; so entstehen die Sinterbildungen in den Abflüssen der Quellen, in Wasserleitungsröhren ꝛc., die Tropfsteine, die Kesselsteine in Wasserkesseln u. s. w.

Das durch Zerfallen des gebrannten Kalks an der Luft entstehende Pulver ist eine Verbindung von kohlensaurem Kalk mit Kalkhydrat ($CaO, CO_2 + CaO, HO$).

c. Kalk und Oxalsäure.

§. 102.

Tröpfelt man zu Kalkwasser Kleesäure, oder zu der Lösung eines Kalksalzes die eines kleesauren Salzes, so entsteht sogleich, auch bei großer Verdünnung, ein weißer Niederschlag von oxalsaurem Kalk. Derselbe löst sich nicht in einem Ueberschuß von Oxalsäure, auch nicht in Essigsäure, wohl aber in Salzsäure und Salpetersäure. — Beim Glühen geht er in kohlensauren Kalk über, während Kohlenoxyd entweicht. — Der oxalsaure Kalk ist für uns sehr wichtig, weil er die Entdeckung und Gewichtsbestimmung des Kalks durch Oxalsäure und der Oxalsäure durch Kalk vermittelt. Er hat bei 100° getrocknet die Zusammensetzung $CaO, C_2O_3 + HO$.

d. Kalk und Schwefelsäure.

§. 103.

Zerreibt man den in der Natur vorkommenden Gyps mit Wasser, filtrirt die Flüssigkeit von dem Ungelösten ab, und versetzt die eine Hälfte derselben mit Oxalsäure-, die andere mit Barytlösung, so erhält man durch beide Reagentien Niederschläge. Der erste zeigt die Eigenschaften des oxalsauren Kalks, der andere die des schwefelsauren Baryts; der erste beweist also die Gegenwart des Kalks, der letzte die der Schwefelsäure im Gyps. Löst man nun eine bestimmte Menge Gyps in Wasser, wägt den aus dem oxalsauren Kalk erhaltenen kohlensauren Kalk und den schwefelsauren Baryt, und berechnet daraus die Menge des Kalks und der Schwefelsäure, so findet man, daß die Summe beider nicht gleich ist der Menge des genommenen Gypses. Von 100 Gyps erhält man nur 32,56 Kalk und 46,51 Schwefelsäure. Es fehlen also noch 20,93 Proc. — Was sind sie? Man erfährt es durch Glühen des Gypses in einer Glasröhre, denn bald sieht man einen reichlichen Wasserbeschlag an dem kalten Theile derselben entstehen. Daß aber das fehlende nur Wasser ist, erfährt man, wenn man die Menge des Gypses vor und nach dem Glühen bestimmt. 100 Thle. liefern genau 20,93 Proc. Wasser. Berechnet man diese Zahlen auf Aequivalente, so findet sich, daß im geglühten Gyps 500 Schwefelsäure (1 Aeq.) mit 350 Kalk (1 Aeq.) vereinigt sind, und daß beim Glühen 225 Wasser (2 Aeq.) entweichen. Die Formel des wasserfreien Gypses ist

also CaO, SO_3, die des natürlichen (wasserhaltigen) $CaO, SO_3 + 2aq$. Dieselben Resultate würden wir bekommen haben, wenn wir Alabaster, Marienglas u. s. w. genommen hätten. Alle diese Verbindungen sind demnach wasserhaltiger schwefelsaurer Kalk. Hätten wir aber Anhydrit genommen, so würden wir in ihm bloß Schwefelsäure und Kalk, aber kein Wasser gefunden haben.

Rührt man schwach gebrannten Gyps mit etwas Wasser an, so erhält man anfangs eine dünn breiartige Masse, bald aber wird dieselbe hart, indem sich das zugemengte Wasser mit dem wasserfreien Gyps zu wasserhaltigem vereinigt. Auf diesem Verhalten beruht die Anwendung des Gypses zur Darstellung der Gypsfiguren, zum Einkitten u. s. w. — Stark gebrannter Gyps und Anhydrit verbinden sich nur langsam mit Wasser.

Der schwefelsaure Kalk ist in Wasser schwer löslich, 1 Theil erfordert 460 Theile. Die Auflösung schmeckt fade, etwas süßlich. Manche Quellwasser stellen solche Lösungen dar. Sie sind ungesund, wie überhaupt der Gyps schwach giftig wirkt. — Aus der Schwerlöslichkeit des Gypses läßt sich folgern, daß, wenn man Schwefelsäure zu der einigermaßen concentrirten Lösung eines Kalksalzes setzt, ein Niederschlag von schwefelsaurem Kalk entstehen müsse. Dieser Schluß wird durch die Erfahrung bestätigt. In sehr starker Glühhitze schmilzt der wasserfreie Gyps ohne Zersetzung. — Der wasserhaltige schwefelsaure Kalk erscheint entweder in farblosen Krystallen (Marienglas), oder in derben, faserigen oder körnigen Massen, oder als ein weißes Pulver, — der wasserfreie erscheint in durchsichtigen oder durchscheinenden Krystallen (Anhydrit) oder als weißes Pulver.

Der gemahlene Gyps findet als Düngemittel die ausgedehnteste Anwendung. Die Art seiner Wirkung werden wir in der Agriculturchemie besprechen.

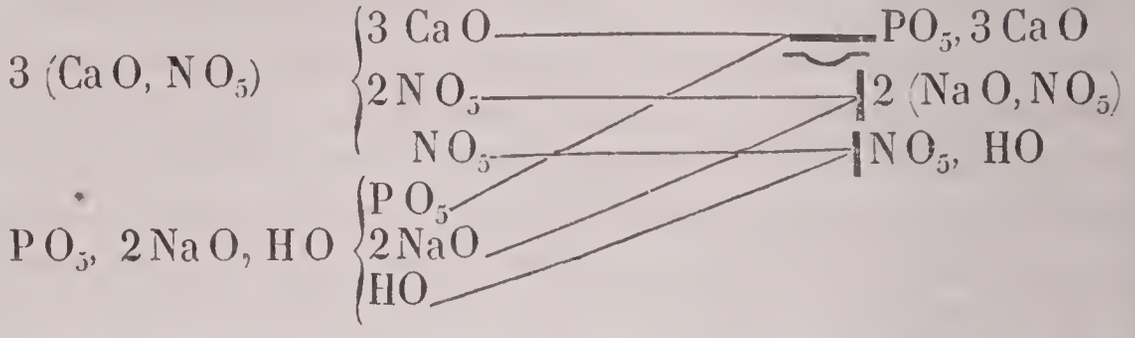
e. Kalk und Phosphorsäure.

§. 104.

Die Verbindungen des Kalks mit der Phosphorsäure haben wir bereits ihren Formeln nach §. 48 kennen gelernt. Sie dienten uns dort, die Zusammensetzung der verschiedenen phosphorsauren Salze zu erläutern. — Mehrere derselben sind für uns von höchstem Interesse, weil sie bei der Pflanzenernährung, der Lehre vom Dünger u. s. w. eine sehr wichtige Rolle spielen.

Sättigt man verdünnte Salpetersäure mit Kalk oder kohlensaurem Kalk, so erhält man eine neutrale Lösung von salpetersaurem Kalk; schüttet man zu derselben eine Auflösung von basisch phosphor-

saurem Natron, so erhält man einen Niederschlag von basisch phosphorsaurem Kalk (PO_5, 3 CaO), und in Lösung bleibt salpetersaures Natron. Denselben Niederschlag erhält man auch beim Zugießen einer Lösung von neutralem phosphorsaurem Natron, aber in dem Falle reagirt die Flüssigkeit, in welcher er suspendirt ist, sauer, weil sie Salpetersäurehydrat enthält:



Der basisch phosphorsaure Kalk stellt, so erhalten, ein weißes, in Wasser so gut wie unlösliches Pulver dar (1 Theil erfordert 7560 Thle.), in Kohlensäure oder Ammonsalze enthaltendem Wasser löst er sich leichter, desgleichen in Wasser, welches organische Verwesungsprodukte (Humussäuren s. u.) enthält. — Der basisch phosphorsaure Kalk kommt verbunden mit Chlor-, oft auch Fluor-Calcium im Mineralreich vor, unter dem Namen Apatit — 3 (CaO, PO_5) + CaCl — verbunden mit basischem phosphorsaurem Bittererdekalk aber, und gemengt mit einigen anderen Salzen erhält man ihn durch Verbrennen der Menschen- und Thierknochen. Dieselben enthalten davon etwa 52 Proc. Das darin hauptsächlich enthaltene phosphorsaure Salz wird am wahrscheinlichsten durch die Formel:

$$2\ (PO_5,\ 3\,CaO) + PO_5 \left\{ \begin{array}{l} 2\ CaO \\ 1\ MgO \end{array} \right.$$

ausgedrückt. Die völlig sichere Entscheidung dieser Frage ist deswegen schwierig, weil die Verbindung nicht wohl von der beigemengten phosphorsauren Bittererde getrennt werden kann.

Daß der Apatit und die Knochenasche in der That der Hauptsache nach aus Phosphorsäure und Kalk bestehen, erfährt man, wenn man sie mit überschüssiger etwas verdünnter Schwefelsäure erwärmt und dann Weingeist zumischt. In dem Falle erhält man einen Niederschlag von schwefelsaurem Kalk, und eine Flüssigkeit, welche, abgedampft und durch Erhitzen von Schwefelsäurehydrat befreit, Phosphorsäurehydrat liefert. — Vermischt man den basisch phosphorsauren Kalk nur mit so viel Schwefelsäure, daß auf 1 Aeq. desselben 2 Aeq. Schwefelsäure kommen, so erhält man ebenfalls alle Phosphorsäure in Lösung, und zwar als sauren phosphorsauren Kalk

(PO_5, CaO, 2 HO). Diese Flüssigkeit ist es, welche zur Darstellung des Phosphors benutzt wird, vergl. oben §. 46, und welche als Düngemittel häufig in Vorschlag gebracht wurde.

f. Kalk und Kieselsäure.

§. 105.

Verbindungen des Kalks mit Kieselsäure finden sich häufig im Mineralreiche, meist vereinigt mit anderen kieselsauren Salzen. Kieselsaurer Kalk ist ferner ein Hauptbestandtheil des Glases, wie auch des hydraulischen Kalks.

Uebergießt man gepulverten Tafelspath mit wässeriger Salzsäure, so verwandelt sich bald das Pulver in eine gallertartige Masse, die man leicht als Kieselsäurehydrat erkennt. Dampft man die Masse ab und erhitzt sie, um das Kieselsäurehydrat in Kieselsäure überzuführen, so bleibt diese beim Behandeln mit Wasser zurück; im Wasser aber kann man die Gegenwart des Kalks durch Kleesäure mit Leichtigkeit nachweisen. Dampft man dasselbe ab, so erhält man Chlorcalcium s. u. — Der Tafelspath besteht demnach aus Kieselsäure und Kalk, und zwar ist er neutraler kieselsaurer Kalk (CaO, SiO_2). Der Okenit ist saurer kieselsaurer Kalk mit Krystallwasser (CaO, 2 SiO_2 + 2 aq.). — Beide sind in Wasser unlöslich; durch kohlensaures Wasser aber werden sie langsam zersetzt. Es bildet sich kohlensaurer Kalk und eine Lösung von Kieselsäurehydrat. — Wir werden auf dieses Verhalten bei der Lehre von der Verwitterung zurückkommen.

Glas.

§. 106.

Das Glas erhält man durch Zusammenschmelzen von Kieselsäure mit kohlensaurem Kali oder kohlensaurem Natron (wohl auch beiden) und Kalk. Es ist demnach stets ein Doppelsalz: kieselsaurer Kali-Kalk, kieselsaurer Natron-Kalk. Häufig sind aber diesen Doppelsalzen noch andere beigemischt, entweder weil die angewendeten Materialien nicht rein gewesen, oder weil, um gewisse Eigenschaften des Glases zu erzielen, noch andere Basen zugesetzt wurden; so enthält es häufig kieselsaures Bittererde-, Thonerde-, Eisenoxyd-, Eisenoxydul-, Bleioxyd-Alkali ꝛc.

Als Materialien nimmt man in der Regel 1) Sand, 2) Pottasche oder auch geradezu Holzasche, 3) Soda (auch schwefelsaures Natron oder Kochsalz) und 4) Kalk oder kohlensauren Kalk in mehr oder weniger reinem Zustand. Zur Anfertigung des Bleiglases ist

ferner ein Bleioxyd (Bleiglätte, Mennige s. u.) erforderlich. — Die Materialien werden in, bei verschiedenen Glassorten verschiedenen, durch die Erfahrung festgestellten Verhältnissen gemengt und gefrittet, d. h. durch mäßige Glühhitze zum Zusammensintern (einem unvollkommenen Schmelzen) gebracht. Die so erhaltene Masse (die Fritte) kommt alsdann in die auf's höchste erhitzten Glashäfen. Aus der daselbst zusammengeschmolzenen, zähflüssigen Masse werden nunmehr die verschiedenen Glaswaaren durch Blasen oder Gießen dargestellt und noch glühend in einen gelinde glühenden Ofen gebracht, damit sie sich nur allmälig abkühlen können. Je langsamer dieses Abkühlen geschieht, um so weniger leicht springen die fertigen Gegenstände bei Temperaturwechsel.

Die Schmelzbarkeit des Glases ist sehr verschieden. Am schwersten schmilzt das Kaliglas, am leichtesten das Bleiglas. — Den Einflüssen des Wassers, der atmosphärischen Luft und der Säuren wiedersteht das Glas um so besser, je mehr Kieselsäure es enthält, auch ein Gehalt an Thonerde trägt dazu bei. — Die Farbe des Glases ist abhängig von anwesenden kieselsauren schweren Metalloxyden; so ist das Bouteillenglas durch kieselsaure Eisensalze gefärbt, das blaue Glas durch kieselsaures Kobaltoxydul u. s. w. — Glas, welches durch Körper gefärbt ist, die, höher oxydirt, nicht oder weniger färben, wie namentlich durch Eisenoxydul, kann durch Zusatz von Oxydationsmitteln (Braunstein, Salpeter, arsenige Säure) entfärbt werden. — Milchglas wird erhalten, wenn man dem Glassatz Knochenasche zusetzt.

Hydraulischer Mörtel.

§. 107.

Mischt man zu Kalkbrei Kieselsäurehydrat, so erhält man einen Mörtel, der unter Wasser zu einer steinharten Masse (zu Krystallwasser enthaltendem kieselsaurem Kalk) erhärtet. Einen Mörtel von diesen Eigenschaften nennt man hydraulischen oder Wasser-Mörtel und wendet ihn bei allen Wasserbauten und auch zu anderen Zwecken häufig an. Man bereitet denselben im Großen entweder auf die Art, daß man fetten Kalkbrei mit Substanzen mengt, welche Kieselerde enthalten und geeignet sind, die oben angeführte Wirkung hervorzubringen (diese Zusätze heißt man Cämente, — Traß, Puzzolane, bis zum anfangenden Schmelzen gebrannter Ziegelthon, manche Arten Töpferthon [mehr oder weniger gebrannt] sind gute Cämente) oder, indem man Kalksteine brennt, die von Natur Beimengungen

enthalten, welche als Cäment zu wirken geeignet sind: sogenannte hydraulische Kalke (z. B. Mergel).

Enthalten die als Cäment wirkenden Substanzen neben Kieselsäure Thonerde, wie dies in der Regel der Fall ist, so erhärtet die Masse nicht nur durch Bildung von kieselsaurem Kalk mit Krystallwasser, sondern auch durch Entstehung von kieselsaurem Thonerde-Kalk mit Krystallwasser. — Enthalten sie gleichzeitig Kali oder Natron, so bildet sich ferner kieselsaures Thonerde-Kali oder kieselsaures Thonerde-Natron, welche im feuchten Zustande allmälig durch Kohlensäure zersetzt werden, wodurch Hydrate der Thonerde und Kieselsäure entstehen, die nach und nach ebenfalls zu steinartigen Massen erhärten.

II. Calcium und Schwefel.

§. 108.

Glüht man 1 Aeq. schwefelsauren Kalk mit 4 Aeq. Kohle, so verbindet sich der Sauerstoff der Schwefelsäure und des Kalks mit dem Kohlenstoff zu Kohlenoxyd, Schwefelcalcium (CaS) bleibt als weiße Masse zurück. Es riecht (durch den Einfluß der atmosphärischen Kohlensäure, welche es langsam zersetzt) schwach nach Schwefelwasserstoff; ist Bestandtheil der rohen Soda.

Die anderen Verbindungen des Calciums mit Schwefel haben für uns kein besonderes Interesse.

III. Calcium und Chlor.

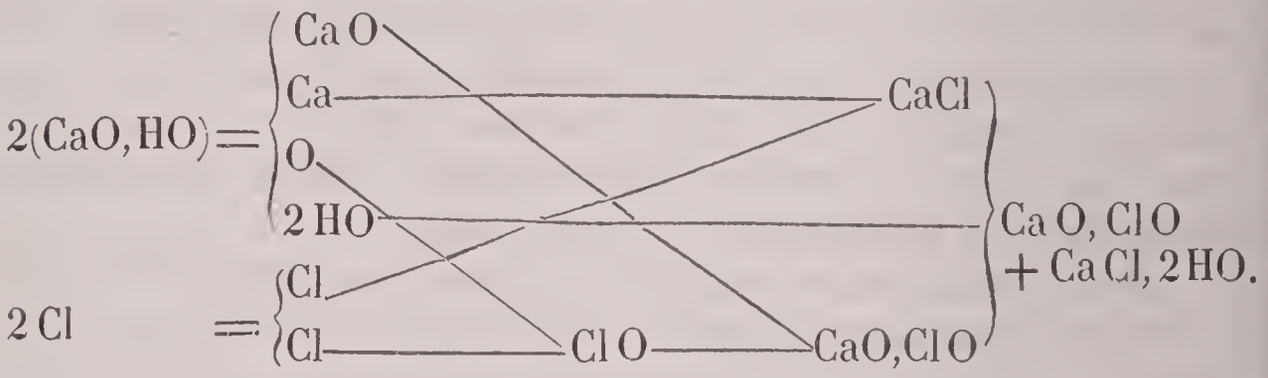
§. 109.

Uebergießt man kohlensauren Kalk mit wässeriger Chlorwasserstoffsäure, so löst er sich unter Aufbrausen. Verdampft man die Lösung bei mäßiger Hitze zur Trockne, so bekommt man eine weiße, bröcklige Masse; erhitzt man diese stärker, so entweicht Wasserdampf und man erhält in der Glühhitze eine Flüssigkeit, welche beim Erkalten zu einer gelblichweißen, krystallinischen Masse erstarrt. Diese ist wasserfreies Chlorcalcium (CaCl), die bröcklige Masse enthält noch 2 Aeq. Wasser. — Beide lösen sich leicht in Wasser; an der Luft liegend, ziehen sie es mit Begierde an, daher sie in der Chemie häufige Anwendung finden, um Gase von beigemischtem Wasserdampf zu befreien. — Das Chlorcalcium hat einen scharfen, herben Geschmack. Es findet sich im Meerwasser, in vielen Sool- und Mineralquellen, in manchen Kochsalzsorten u. s. w. und trägt wesentlich zum Geschmack derselben bei.

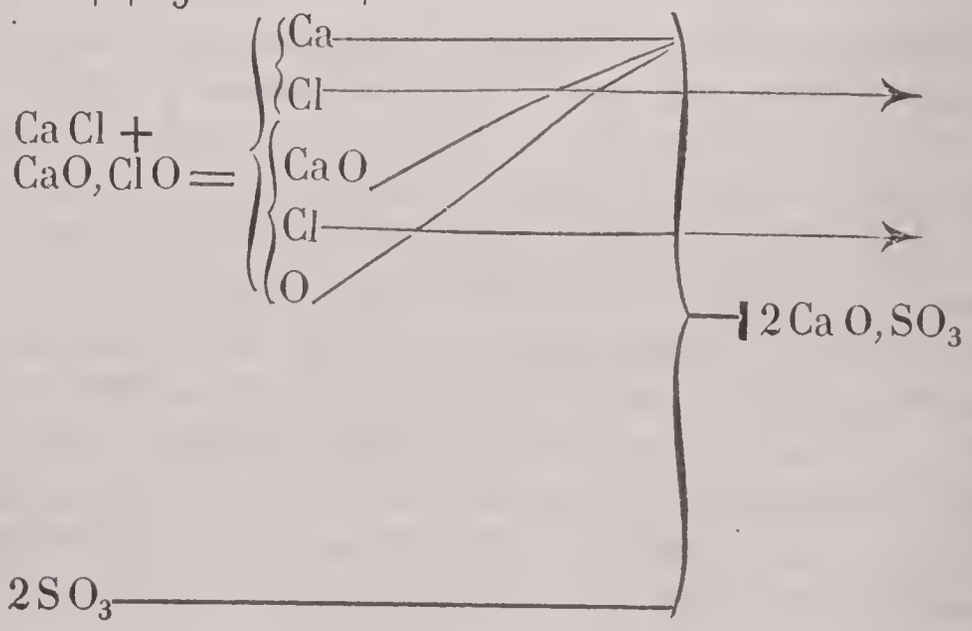
Chlorkalk.

§. 110.

Leitet man Chlorgas über Kalkhydrat, so wird dasselbe absorbirt. Setzt man das Zuleiten fort, bis kein Gas mehr aufgenommen wird, so bekommt man eine chlorartig riechende, mit Säuren, selbst mit Kohlensäure, Chlor entwickelnde, pulverige Substanz, den sogenannten Chlorkalk oder Bleichkalk, der zum Bleichen von Leinwand und Baumwollenzeugen vielfach angewendet und daher fabrikmäßig dargestellt wird. — Der reine Chlorkalk löst sich in Wasser. — Der im Handel vorkommende jedoch löst sich nur theilweise, weil er noch mehr oder weniger Kalkhydrat enthält. Der Werth des Chlorkalks ist abhängig von seiner bleichenden Wirkung oder, mit anderen Worten, von der Menge Chlor, die er mit Säuren entwickelt. — Die Bildung des Chlorkalks ist aus folgendem Schema ersichtlich:



Der Chlorkalk ist demnach eine Verbindung von wasserhaltigem Chlorcalcium mit dem Kalksalz einer Säure des Chlors (Cl O), die den Namen unterchlorige Säure erhalten hat. — Bei Zusatz von verdünnter Schwefelsäure oder einer andern Säure entwickelt sich Chlor auf folgende Weise:



IV. Calcium und Fluor.

§. 111.

Daß der Flußspath Fluorcalcium (CaF) sei, haben wir bereits oben (§. 58) gesehen. Künstlich erhält man dieselbe Verbindung durch Vermischen einer Flußsäurelösung mit einer Kalklösung. — Das Fluorcalcium ist in Wasser fast nicht, in Säuren etwas leichter löslich. — Wie es durch Schwefelsäurehydrat zersetzt wird, wurde oben angeführt. — In der Glühhitze schmilzt der Flußspath, daher seine Anwendung beim Ausschmelzen von Erzen und sein Name.

4. Magnesium.

§. 112.

a. Vorkommen. Das Magnesium kommt nie rein, häufig und verbreitet aber in Verbindungen, und zwar in den drei Reichen der Natur vor. Am häufigsten findet sich das Chlormagnesium und das Magnesiumoxyd, letzteres meist in Verbindung mit Kohlensäure oder Kieselsäure.

b. Darstellung. Uebergießt man Magnesit (ein ziemlich häufig vorkommendes Mineral) mit wässeriger Chlorwasserstoffsäure, so löst er sich unter Entwicklung von Kohlensäure. Dampft man die Lösung unter Zusatz von Salmiak ab und schmilzt den Rückstand, so erhält man eine weiße, geschmolzene Masse (Chlormagnesium), welche mit Kalium erhitzt Zersetzung erleidet und einerseits Chlorkalium, andererseits weiße Metallkügelchen liefert, die sich von allen bisher betrachteten Metallen sogleich dadurch unterscheiden, daß sie an der Luft sich bei gewöhnlicher Temperatur nicht oxydiren, eben so wenig in reinem Wasser, wenigstens nicht schnell. — Diesem Metall hat man den Namen Magnesium oder Magnium gegeben. — Sein Aequivalent ist 157,75. Sein Zeichen Mg. — Von seinen Verbindungen sind viele für uns von Interesse.

I. Magnesium und Sauerstoff.

Magnesiumoxyd (Magnesia).

§. 113.

Erhitzt man Magnesium an der Luft oder in Sauerstoff, so verbrennt es mit blendendem Lichte zu Magnesiumoxyd (MgO). Dasselbe wird gewöhnlich der Kürze wegen Magnesia, auch Talk- oder Bittererde genannt. Die Magnesia erhält man jedoch viel bequemer, wenn man Magnesit oder künstlich dargestellte kohlensaure Magnesia (s. u.) glüht, denn in dem Falle entweicht die Kohlensäure

und reine Magnesia bleibt zurück. Dieselbe stellt ein weißes, sehr leichtes und lockeres, geruch- und geschmackloses, kaum schmelzbares Pulver dar, von schwach alkalischer Reaktion, nicht ätzend; sie erhitzt sich mit Wasser kaum, löst sich darin sehr schwer (1 Theil erfordert 55000 Theile), dient als Arzneimittel. Von ihren Verbindungen betrachten wir folgende:

a. Magnesia und Wasser.

§. 114.

Trocknet man mit Wasser befeuchtete Magnesia bei 100°, so entweicht nicht alles Wasser, wie man daran sehen kann, daß das zurückbleibende Pulver, gelinde geglüht, neuerdings Wasser abgiebt. Dasselbe ist demnach Magnesiahydrat, seine Formel ist MgO,HO. Man erhält dasselbe auch, wenn man die Lösung des Chlormagnesiums oder eines in Wasser löslichen Magnesiasalzes mit Kali- oder Natronlauge, mit Baryt- oder Kalkwasser versetzt, denn alle diese Oxyde treiben die Magnesia aus ihren Lösungen aus. — Setzt man hingegen Ammon zu, so fällt nur ein Theil der Magnesia nieder. Aus der abfiltrirten Flüssigkeit erhält man beim Abdampfen krystallisirte Doppelsalze, deren Säure die des angewendeten Magnesiasalzes, und deren Basen Magnesia und Ammon sind. Diese Doppelsalze aber werden durch Ammon nicht zerlegt. Auf ihrer Bildung und dieser Eigenschaft beruht es, daß aus sauren Magnesialösungen oder aus solchen, welche Ammonsalze oder Chlorammonium enthalten, durch Ammon gar kein Magnesiahydrat abgeschieden wird.

b. Magnesia und Kohlensäure.

§. 115.

Daß der Magnesit Kohlensäure und Magnesia enthalten muß, läßt sich aus seinem oben besprochenen Verhalten ableiten. Die Analyse desselben führte zur Formel MgO,CO_2, er ist also neutrale kohlensaure Magnesia. — Fügt man zur Auflösung des Chlormagnesiums oder eines in Wasser löslichen Magnesiasalzes kohlensaures Kali oder Natron, so entsteht ein weißer, voluminöser Niederschlag, während gleichzeitig Kohlensäure frei wird. Der so entstehende Niederschlag kann also kein neutrales kohlensaures Salz sein. Die Analyse weist in der That nach, daß er eine Verbindung von kohlensaurer Magnesia mit Magnesiahydrat ist. Getrocknet stellt er ein äußerst leichtes, lockeres, fast geschmackloses Pulver dar, welches als Arzneimittel häufig gebraucht wird und den Namen weiße oder

englische Magnesia führt. — Man bereitet es im Großen in der Regel aus der Mutterlauge des Seewassers oder mancher Salinen. — Setzt man zu einer Magnesiasalzlösung kohlensaures Ammon, so entsteht kein Niederschlag, erst nach längerer Zeit scheiden sich, soferne man einen Ueberschuß von kohlensaurem Ammon angewendet hat, kleine Krystalle von kohlensaurer Ammon-Magnesia ($NH_4.O, CO_2 + MgO, CO_2 + 4aq.$) aus. Enthält jedoch die Magnesialösung ein Ammonsalz oder ist sie sauer, so scheidet sich Nichts aus. — In kohlensaurem Wasser löst sich die kohlensaure Magnesia. Die Lösung verhält sich wie die entsprechende des kohlensauren Kalks. — Der Dolomit ist eine Verbindung von kohlensaurer Magnesia mit kohlensaurem Kalk ($CaO, CO_2 + MgO, CO_2$).

c. Schwefelsäure und Magnesia.

§. 116.

Trägt man reine oder kohlensaure Magnesia in verdünnte Schwefelsäure ein, so löst sie sich leicht; beim Abdampfen der Lösung erhält man klare, säulenförmige oder spießige Krystalle, welche beim Erhitzen unter Wasserverlust schmelzen und endlich wasserfreie schwefelsaure Magnesia (MgO, SO_3) in Gestalt einer weißen Masse zurücklassen. Die Krystalle enthalten 7 Aeq. Wasser. — Die schwefelsaure Magnesia schmeckt ekelhaft bitter, daher sie auch oft Bittersalz genannt wird, wirkt abführend. — Sie löst sich leicht in Wasser und unterscheidet sich hierdurch wesentlich von den übrigen schwefelsauren alkalischen Erden. Sie findet sich in der Natur im krystallisirten (wasserhaltigen) Zustande, ferner im Meerwasser und vielen Mineralquellen (Bitterwasser). — Sie wird aus diesen durch Abdampfen und Krystallisiren fabrikmäßig dargestellt.

d. Phosphorsäure und Magnesia.

§. 117.

Mischt man eine Auflösung von schwefelsaurer Magnesia mit basisch phosphorsaurem Natron, so erhält man einen weißen Niederschlag des entsprechenden Magnesiasalzes ($PO_5, 3MgO$). Dasselbe ist für uns insofern von Interesse, als es, wie bereits erwähnt, in den Knochen neben der Verbindung des basisch phosphorsauren Kalks mit basisch phosphorsaurer Kalk-Magnesia, ferner in vielen Pflanzen vorkommt. — Es schmilzt in heftiger Hitze ohne zerlegt zu werden, in Wasser ist es nicht, in wässeriger Salz- und Salpetersäure leicht löslich.

c. Phosphorsaure Ammon-Magnesia.

§. 118.

Gießt man zu einer wässerigen Magnesiasalzlösung neutrales oder basisches phosphorsaures Ammon, oder mischt man eine ein Magnesiasalz und ein Ammonsalz enthaltende Flüssigkeit mit neutralem phosphorsaurem Natron, so erhält man einen feinen, krystallinischen, schweren Niederschlag, der beim Glühen pyrophosphorsaure Magnesia ($PO_5, 2MgO$) hinterläßt, während anfänglich Wasser, später Ammongas entweicht. Seine Zusammensetzung ist PO_5, $2MgO, NH_4.O + 12\,aq.$ — Derselbe löst sich etwas in Wasser, ist aber so gut wie unlöslich in solchem, welches Ammon enthält. Er ist für uns von großem Interesse, weil er zur Entdeckung und Gewichtsbestimmung der Magnesia sowohl, wie auch der Phosphorsäure das Mittel bietet. — Erhält man ihn beim Zugießen von phosphorsaurem Natron zu einer mit Salmiak und Ammon versetzten klaren Flüssigkeit, so wird dadurch die Gegenwart der Magnesia angezeigt; entsteht er bei Zusatz einer mit Salmiak und Ammon versetzten Lösung von schwefelsaurer Magnesia, so zeigt er Phosphorsäure an. — Glüht man ihn, nach dem Auswaschen mit Ammon enthaltendem Wasser, so erhält man, wie erwähnt, pyrophosphorsaure Magnesia, die 63,36 Proc. Phosphorsäure und 36,64 Proc. Magnesia enthält, aus der man also die Menge beider leicht berechnen kann.

f. Kieselsäure und Magnesia.

§. 119.

Die Kieselsäure bildet mit der Magnesia mannigfache Verbindungen, von denen viele in der Natur vorkommen, z. B. Olivin, Speckstein, Meerschaum, Serpentin u. s. w. — Der Augit ist eine Verbindung von kieselsaurem Kalk mit kieselsaurer Magnesia.

II. Magnesium und Chlor.

§. 120.

Löst man reine oder englische Magnesia, oder Magnesit in wässeriger Salzsäure, so erhält man eine Lösung von Chlormagnesium in Wasser, dampft man dieselbe ab, so bekommt man an der Luft zerfließliche Krystalle, von scharfem und bitterem Geschmack, welche die Formel $MgCl + 6\,aq.$ haben. Erhitzt man diese, so erhält man nicht, wie man zu glauben geneigt ist, wasserfreies Chlormagnesium und Wasser, sondern es bleibt unter Verlust von Chlorwasserstoff und Wasser ein Gemenge von Magnesia mit wenig Chlormagnesium zurück.

Versetzt man eine Lösung von Chlormagnesium mit Salmiak, so bildet sich ein Haloiddoppelsalz: Chlor-Magnesium-Ammonium ($MgCl + NH_4Cl$). Dieses zerfällt beim Glühen in Salmiak und Chlormagnesium. — Das reine Chlormagnesium stellt, so erhalten, eine weiße, krystallinische Masse dar. Es diente uns zur Darstellung des Magnesiums. Gelöst findet es sich im Meerwasser und vielen Mineral- und Soolquellen und trägt zu dem Geschmack derselben wesentlich bei.

Dritte Gruppe der leichten Metalle.

Metalle der reinen Erden.

Von den sämmtlichen Metallen dieser Gruppe interessirt uns nur das

Aluminium.

§. 121.

a. Vorkommen. Das Aluminium (Alumium) findet sich nie unverbunden, überaus häufig aber verbunden mit Sauerstoff und Säuren. Sehr viele Mineralien sind oder enthalten Aluminiumoxyd- (Thonerde-) Verbindungen. Im Pflanzenreich finden sich Aluminiumoxydverbindungen selten, im Thierreich nicht.

b. Darstellung, Eigenschaften, Aequivalent. Glüht man den in der Natur vorkommenden Aluminit, so erhält man ein weißes Pulver, welches man, wie wir unten sehen werden, auch auf anderem Wege darstellen kann. Mengt man dieses innig mit Kohle und leitet über die in einem Porzellanrohr glühende Masse trocknes Chlorgas, so erhält man zwei Produkte: erstens Kohlenoxydgas, welches entweicht, zweitens (im vorderen, kälteren Theil des Rohrs oder dem vorgelegten Gefäße) eine gelbliche, in der Hitze verdampfende, aber bei gelinder Abkühlung sich wieder verdichtende Masse. Erhitzt man diese mit Kalium, so erhält man Chlorkalium und ein graues, beim Drücken mit Stahl Metallglanz zeigendes Pulver, welches sich an der Luft nicht verändert, beim Glühen an derselben aber zu

einem weißen Oxyde verbrennt, welches sich von allen bisher betrachteten Oxyden dadurch unterscheidet, daß es feuchtes Curcumapapier nicht bräunt. — In kaltem Wasser bleibt das erhaltene graue Pulver unverändert, in kochendem oxydirt es sich langsam unter Wasserstoffentwicklung. — Dieses Pulver ist das Aluminium. — Aus den mit seiner Entstehung verbundenen Umständen ergiebt sich, daß der gelbliche Körper, aus welchem es durch Kalium abgeschieden wurde, Chloraluminium, und der weiße, aus dem dies erhalten worden war, Aluminiumoxyd (Thonerde) gewesen ist. Das Aequivalent des Aluminiums ist 170,42, sein Zeichen Al. Von seinen Verbindungen interessiren uns folgende:

Aluminium und Sauerstoff.

Aluminiumoxyd (Thonerde).

§. 122.

Die beim Verbrennen des Aluminiums an der Luft entstehende weiße Masse ist Aluminiumoxyd (Thonerde, Alaunerde). 53,19 Gewichtstheile Aluminium nehmen beim Verbrennen 46,81 Theile Sauerstoff auf und bilden damit 100 Theile Thonerde. — Dieses Oxyd ist das einzige des Aluminiums. — Versucht man nun aus diesen Angaben das Aequivalent des Aluminiums zu bestimmen, setzt man demnach an:

$$46{,}81 : 53{,}19 = 100 : x$$

so findet man 113,6, also eine von der oben als Aequivalent des Aluminiums angegebenen Zahl abweichende. — Es rührt dies daher, daß man aus theoretischen Gründen (weil nämlich die Thonerde das Eisenoxyd in seinen Verbindungen ersetzen kann, ohne deren Form zu ändern) glaubte, die Thonerde müsse dem Eisenoxyd entsprechend zusammengesetzt sein. Da nun letzteres mit Gewißheit aus 2 Aeq. Metall und 3 Aeq. Sauerstoff besteht, so gab man auch der Thonerde die Formel Al_2O_3. Das Aequivalent des Aluminiums aber bestimmte man durch den Ansatz:

$$46{,}81 : 53{,}19 = 300 : x$$

$$x = 340{,}84$$

und durch Halbirung der so erhaltenen Zahl. $\frac{340{,}84}{2}$ ist aber = 170,42.

Die Thonerde findet sich als Sapphir, Rubin und Korund fast rein in der Natur; künstlich erhält man sie, wie erwähnt, durch Glühen der schwefelsauren Thonerde, sowohl der natürlichen (Alumi-

nit) als der künstlichen, oder durch Glühen des Thonerdehydrats, dessen Darstellung wir sogleich werden kennen lernen. Die genannten Edelsteine sind krystallisirt und nach dem Diamant die härtesten Körper. Die künstlich dargestellte Thonerde hingegen stellt, nach schwachem Glühen, ein lockeres Pulver, nach heftigem, eine harte, zusammengesinterte oder geschmolzene Masse dar. — Die Thonerde ist in Wasser unlöslich, geschmacklos, in Säuren nicht oder nur schwierig löslich; sie reagirt nicht alkalisch. — Von den Verbindungen derselben haben wir folgende zu betrachten:

a. Thonerde und Wasser.

§. 123.

Erhitzt man Diaspor oder Gibbsit, so entweicht Wasser, und Thonerde bleibt zurück; wägt man, so findet sich, daß das erstere Mineral Al_2O_3,HO, das letztere $Al_2O_3,3HO$ ist; beide sind also Hydrate der Thonerde, aber verschiedene. Die Thonerde geradezu mit Wasser zu vereinigen, gelingt nicht, wohl aber bekommt man ein dem Gibbsit gleich zusammengesetztes Hydrat, wenn man die wässerige Lösung des Chloraluminiums oder der salpetersauren Thonerde mit Salmiakgeist versetzt. Es entsteht sogleich ein in Wasser unlöslicher, in Salmiakgeist schwer löslicher, voluminöser Niederschlag. (Enthält die Lösung Ammonsalze in einiger Menge, so vermag auch Salmiakgeist nicht den Niederschlag zu lösen.) In Säuren löst sich der Niederschlag leicht zu Thonerdesalzen, auch von Kali- und Natronlauge wird er leicht aufgenommen. Setzt man daher einer Thonerdesalzlösung Kali- oder Natronlauge zu, so entsteht anfangs ein Niederschlag, bei weiterem Zusatz des Fällungsmittels aber verschwindet er wieder. Fügt man zu einer so erhaltenen Lösung einen Ueberschuß von Salmiak, so scheidet sich das Thonerdehydrat wieder aus, denn das Chlorammonium setzt sich mit dem Kali (oder Natron) um, es entsteht Chlorkalium und Ammon, welches letztere, wie wir eben gesehen haben, das Thonerdehydrat nur wenig und bei Gegenwart von Salmiak gar nicht löst.

b. Thonerde und Schwefelsäure.

§. 124.

Löst man soviel wie möglich Thonerdehydrat in wässeriger Schwefelsäure, so erhält man beim Abdampfen und Abkühlen farblose, dünne Blättchen und Nadeln von saurem, herbem und zusammenziehendem Geschmack, welche sich in Wasser überaus leicht lösen. Beim Erhitzen verlieren sie viel Wasser und hinterlassen eine schwam-

mige Masse. Bei weiterem Erhitzen entweichen Schwefelsäuredämpfe und reine Thonerde bleibt zurück. Das trockne Salz ist Al_2O_3, $3SO_3$ (also neutrale schwefelsaure Thonerde, denn der Sauerstoff der Base verhält sich zu dem der Schwefelsäure wie 3 : 9 d. i. wie 1:3), das krystallisirte enthält 18 Aeq. Wasser. Der Aluminit dagegen ist basisch schwefelsaure Thonerde (Al_2O_3, SO_3), denn er enthält mehr Sauerstoff in der Basis, als der Sättigungscapacität der Schwefelsäure entspricht. — Die neutrale schwefelsaure Thonerde findet in der Färberei Anwendung und wird fabrikmäßig dargestellt.

Alaun.

§. 125.

Setzt man zu einer concentrirten Auflösung von neutraler schwefelsaurer Thonerde eine gesättigte Lösung von neutralem schwefelsaurem Kali, so bildet sich nach einiger Zeit ein aus kleinen, regelmäßigen Oktaedern bestehender körniger Niederschlag. Die so erhaltene Verbindung heißt man Kalialaun. Sie schmeckt süßlich, zusammenziehend, herb, säuerlich, reagirt sauer, löst sich in kaltem Wasser ziemlich schwer, weit leichter in heißem. — Bei gelindem Erhitzen schmilzt der Alaun, verliert eine bedeutende Menge Wasser und erhärtet wieder; stärker erhitzt giebt er nochmals Wasser ab und stellt dann eine lockere, poröse, leicht zerreibliche Masse (gebrannten Alaun) dar; bei sehr heftigem Erhitzen derselben entweicht Schwefelsäuredampf, schwefligsaures Gas und Sauerstoff, — schwefelsaures Kali und Thonerde bleiben zurück. — Der wasserfreie Kalialaun besteht demnach aus Kali, Thonerde und Schwefelsäure, seine Formel ist $KO, SO_3 + Al_2O_3, 3SO_3$; der krystallisirte enthält 24 Aeq. Wasser.

Setzt man statt des schwefelsauren Kali's schwefelsaures Ammon zu einer concentrirten Lösung von neutraler schwefelsaurer Thonerde, so bildet sich ein dem Kalialaun der Form und Löslichkeit nach gleicher Niederschlag, der sich jedoch dadurch von ihm leicht unterscheidet, daß er, heftig geglüht, reine Thonerde zurückläßt. Er ist Ammonalaun. Seine Formel ist $NH_4.O, SO_3 + Al_2O_3, 3SO_3 + 24\,aq.$ — Der Ammonalaun ist demnach schwefelsaures Thonerde-Ammon, der Kalialaun: schwefelsaures Thonerde-Kali.

Der Kali- wie der Ammon-Alaun werden in den Gewerben, namentlich der Färberei und Gerberei sehr häufig angewendet und daher fabrikmäßig dargestellt, und zwar in der Regel durch Zumischen von Kali- oder Ammon-Salzen zu roher schwefelsaurer Thonerde, die man entweder direkt aus Thon (kieselsaurer Thonerde) und Schwe-

felsäurehydrat darstellt, — oder erhält, indem man Alaunschiefer oder andere Schwefeleisen enthaltende und an Thonerde reiche Gebirgsarten verwittern läßt oder langsam verbrennt (welches letztere besonders bei den Schwefeleisen und viel Thon enthaltenden Braunkohlen geschieht), die entstandene schwefelsaure Thonerde nebst den gebildeten schwefelsauren Eisensalzen mit Wasser auslaugt, und die letzteren durch Auskrystallisiren u. s. w. so weit als erforderlich abscheidet. Der im Großen dargestellte Alaun kommt in der Regel in sehr bedeutenden Krystallmassen in den Handel.

c. Thonerde und Kieselsäure.

§. 126.

Verbindungen der Kieselsäure mit Thonerde kommen sehr mannigfache in der Natur vor, meist jedoch gemengt oder verbunden mit anderen Körpern. Alles, was man im gewöhnlichen Leben Thon heißt, ist der Hauptsache nach kieselsaure Thonerde. Man kann sich davon auf folgende Art überzeugen. Erwärmt man reinen, recht fein gepulverten Thon mit etwas verdünnter Schwefelsäure bis zum Verdampfen des Schwefelsäurehydrats anhaltend, verdünnt alsdann mit Wasser und filtrirt, so hat man in Auflösung schwefelsaure Thonerde, wovon man sich durch die entstehende Alaunbildung bei Zusatz von schwefelsaurem Kali leicht überzeugen kann; ungelöst bleibt ausgeschiedene Kieselsäure. Macht man die Analyse vom Thonarten quantitativ, so findet man, daß die Zusammensetzung der allermeisten durch die Formel $Al_2O_3, 2SiO_2 + 2HO$ ausgedrückt werden muß. Der Thon ist also eine wasserhaltige, basisch kieselsaure Thonerde. Eine noch basischere ist der Cyanit Al_2O_3, SiO_2, neutrale dagegen (Verhältniß des Sauerstoffs in der Base zum Sauerstoff in der Kieselsäure wie 1 : 2) manches Steinmark, z. B. das vom Oemrichsberge: $Al_2O_3, 3SiO_2 + aq$. — Der reine Thon ist weiß, weich, zerreiblich, fettig anzufühlen, riecht beim Anhauchen eigenthümlich (zeigt den sogenannten Thongeruch). Noch unter der Glühhitze verliert er sein Wasser und ist alsdann gebrannter Thon (Al_2O_3, $2SiO_2$); dabei schwindet er und stellt eine poröse, Wasser einsaugende (daher an der Zunge haftende) Masse dar; bei stärkerem Erhitzen wird er unter fortwährendem Schwinden dichter, härter, klingend; selbst im heftigsten Feuer aber ist er unschmelzbar. — In Wasser zertheilt sich der ungebrannte Thon und bildet damit einen zähen, langsam und unter bedeutendem Schwinden austrocknenden Teig. An der Luft liegend saugt der Thon Ammongas auf, daher aller natürliche, mit der Luft in Berührung gewesene Thon solches

enthält. Der Thon ist entstanden durch Verwitterung kieselsaurer Thonerde-Doppelsalze.

Kieselsaure Thonerde-Doppelsalze.

§. 127.

Unter den kieselsauren Thonerde-Doppelsalzen nimmt seines häufigen und verbreiteten Vorkommens halber der Feldspath die erste Stelle ein. Derselbe ist eine Verbindung von neutraler kieselsaurer Thonerde mit dreifach-kieselsaurem Kali und hat die Formel $KO, 3\,SiO_2 + Al_2O_3, 3\,SiO_2$. Er ist in Wasser und wässerigen Säuren unlöslich. Bleibt derselbe jedoch lange dem gleichzeitigen Einflusse des Wassers und der Luft ausgesetzt, so zerfällt (verwittert) er allmälig, und endlich bleibt Thon zurück, während vom Wasser kieselsaures und kohlensaures Kali nebst Kieselsäurehydrat aufgenommen wird. Bei der Verwitterung scheint zuerst 1 Aeq. Kieselsäure der kieselsauren Thonerde zu dem kieselsauren Kali zu treten. Hierdurch entsteht vierfach-kieselsaures Kali ($KO, 4\,SiO_2$), welches sich in Wasser löst, und basisch kieselsaure Thonerde ($Al_2O_3, 2\,SiO_2$), welche, verbunden mit 2 Aeq. Wasser, unlöslich (als Thon) zurückbleibt. Bei Gegenwart von Kohlensäure wird alsdann das gebildete vierfach-kieselsaure Kali ganz oder zum Theil in kohlensaures verwandelt. Das ausgeschiedene Kieselsäurehydrat bleibt hierbei, je nach der Menge des vorhandenen Wassers, in größerer oder geringerer Menge gelöst. —

Der Albit (Natronfeldspath) ist die dem Feldspath genau entsprechende Natron-, der Stilbit die ihm entsprechende Kalkverbindung.

Eine große Anzahl von Mineralien sind ähnliche Doppelsalze; die ohne Krystallwasser werden feldspathartige Gesteine, die mit Krystallwasser, Zeolithe genannt. —

Thonwaaren.

§. 128.

Alle Thone, welche noch kieselsaure Alkalien oder alkalische Erden enthalten, werden in heftiger Glühhitze nicht nur hart, sondern sie schmelzen auch mehr oder weniger, und zwar um so leichter, je mehr Alkalien oder alkalische Erden sie enthalten. Diese Eigenschaft mancher Thone, — welche man durch geeignete Zusätze allen geben kann, — in Verbindung mit ihrer Fähigkeit, mit Wasser einen formbaren Teig zu liefern, bedingt die Anwendbarkeit der Thone zur Darstellung der verschiedenen gebrannten Geschirre und Waaren, welche

schon den ältesten Völkern bekannt war. Man unterscheidet Thonwaaren von geschmolzener und von gesinterter Masse. Die ersteren sind auf dem Bruche glasig, und mehr oder minder durchscheinend, — die letzteren hingegen sind auf dem Bruche matt, an der Zunge haftend, undurchsichtig.

Zu ersteren gehört vorzugsweise das Porzellan, welches aus mit Feldspathpulver versetztem weißem Thon (Kaolin) dargestellt wird, und das steinerne Geschirr; zu letzteren das Steingut und irdene Geschirr, die Blumentöpfe, die irdenen Pfeifen, ferner die Ziegeln, Backsteine u. s. w.

Die Thonwaaren der ersten Art sind auch ohne weiteren Ueberzug wasserdicht, die der anderen nicht; sie müssen glasirt werden, wenn sie es sein sollen. — Erstere werden jedoch in der Regel auch glasirt, weil sie sonst eine etwas rauhe, leicht schmutzende Oberfläche behalten. — Die Glasuren sind dem gewöhnlichen Glase ähnliche, schmelzbare Verbindungen, theils durchsichtig, theils undurchsichtig, oft durch schwere Metalloxyde verschiedenartig gefärbt. — Die am leichtesten schmelzende, und daher bei solchen Waaren, die nicht sehr stark gebrannt werden, wie das irdene Geschirr, stets angewendete ist die Bleiglasur, welche durch Vermengen von fein geschlämmtem Thon mit Bleiglätte erhalten wird. Man rührt die Masse mit Wasser zum dünnen Brei an, und taucht die getrockneten irdenen Geschirre ein. Das Wasser wird eingesaugt, die darin aufgeschwemmten Theile haften an der Oberfläche. Kommen nun die Geschirre in den Ofen, so schmilzt die Glasur und das entstandene kieselsaure Thonerde-Bleioxyd überzieht die Fläche gleichmäßig. — Obgleich das Bleioxyd giftig ist, so ist es doch diese Glasur nicht, da sie von Wasser, verdünnter Kochsalzlösung, schwachen Säuren ꝛc. nicht angegriffen wird; doch ist es nicht anzurathen, saure Flüssigkeiten allzulange in irdenen Gefäßen aufzubewahren, weil dadurch erstens die Glasur Noth leidet, zweitens die Flüssigkeit etwas bleihaltig wird, was man durch Zusatz von Schwefelwasserstoffwasser (wodurch bei Gegenwart von Bleioxyd ein schwarzbrauner Niederschlag oder eine solche Färbung entsteht) leicht ermitteln kann. Ist jedoch die Glasur schlecht eingebrannt, so wird eine Essig enthaltende Flüssigkeit schon nach kurzer Zeit stark bleihaltig und vergiftet, daher es räthlich erscheint, neue Geschirre in dieser Hinsicht zu prüfen, oder wenigstens durch Auskochen mit Aschenlauge von dem etwa unverbunden gebliebenen Bleioxyd zu befreien.

Das steinerne Geschirr enthält ein Natronglas als Glasur, und ist unter keinen Umständen der Gesundheit nachtheilig. Es wird gla-

sirt, indem man Kochsalz in den Ofen wirft, in welchem es gebrannt wird. Dieses verflüchtigt sich in der hohen Temperatur, seine Dämpfe umgeben das Geschirr, und veranlassen die Bildung von kieselsaurem Thonerde-Natron.

Die Backsteine und Ziegeln bereitet man aus dem gemeinen Thon, aus Lehm oder Thonmergel. Die Schmelzbarkeit derselben ist vorzugsweise abhängig von dem Gehalte des Materials an kohlensaurem und kieselsaurem Kalk, sowie an Eisenoxyden; daher man zu feuerfesten Backsteinen einen daran möglichst armen, zu Ziegeln, die man halb geschmolzen wünscht, einen daran reichen zu wählen hat. Die Fabrikation der Backsteine ist bekanntlich sehr einfach. Die gut durcharbeitete, erforderlichenfalls noch mit Sand versetzte Masse wird geformt, die Steine oder Ziegeln getrocknet und gebrannt.

Zweite Abtheilung der Metalle.

Schwere Metalle.

Erste Gruppe.

Unedle Metalle.

1. Eisen.

§. 129.

a. Vorkommen. Das Eisen kommt in der Natur selten (in Meteorsteinen) gediegen, überaus häufig aber und in großer Menge in Verbindungen vor, namentlich vereinigt mit Sauerstoff (Magneteisen, Eisenglanz, Rotheisenstein, Brauneisenstein ꝛc.), — in Verbindung mit Sauerstoff und Kohlensäure (Spatheisenstein), — in Verbindung mit Schwefel (Schwefelkies, Magnetkies). — Außerdem kommen Eisenverbindungen in allen Bodenarten, in allen Pflanzen und Thieren vor.

b. Darstellung. Leitet man Wasserstoffgas über zum Glühen erhitzten gepulverten Eisenglanz oder Magneteisenstein ꝛc., so erhält man Wasser und ein grauschwarzes, in stärkster Hitze zu einer metallischen Masse schmelzbares Pulver. Es ist reines Eisen. Eisenglanz und Magneteisenstein aber müssen demnach Oxyde des Eisens sein. Sie wurden in der Glühhitze reducirt durch den Wasserstoff. Ebenso nun, wie man durch Wasserstoff den Oxyden des Eisens ihren Sauerstoff entziehen kann, so gelingt dies auch durch Kohle, jedoch nimmt alsdann das reducirte Eisen etwas Kohlenstoff auf. Der letztere Weg ist der beim Hüttenbetrieb befolgte. Die Reduction geschieht in thurmförmigen Oefen, den sogenannten Hohöfen. Dieselben werden beschickt erstens mit dem eine oder mehrere Sauerstoffverbindungen des Eisens enthaltenden Erze, zweitens mit Kohle (welche sowohl als Brennmaterial, wie auch als Reductions-

mittel dient), und drittens mit einem Flußmittel (welches, zum Schmelzen gekommen, sowohl eine innigere Berührung des Erzes mit der Kohle vermittelt, als auch das reducirte Eisen vor dem Verbrennen an der Luft schützt). Die Hitze wird durch ein Gebläse auf's höchste gesteigert. Als Flußmittel dient in der Regel ein Gemenge von Kalkstein und Thon. — Bei dem Hohofenproceß erhält man als Product das Roh- oder Gußeisen. Es ist ein 2,3 bis 5 Proc. Kohle und außerdem geringe Mengen von Kiesel, Mangan, Phosphor, Schwefel ꝛc. enthaltendes Eisen.

Erhitzt man das Roheisen bei gemäßigtem Zutritt der Luft zum Schmelzen, so oxydiren sich die dem Eisen beigemengten fremden Substanzen zuerst; die anfangs geschmolzene Masse geht in einen bröcklichen über und läßt sich alsdann in glühendem Zustande durch mechanischen Druck (Hammer oder Walze) in Stangen u. s. w. formen. Die erwähnte Operation wird entweder auf Herden vorgenommen (Frischarbeit) oder in Flammöfen mittelst Steinkohlenflamme (Puddlingsarbeit). — Das Product derselben ist das Stab- oder Schmiedeeisen, ein noch etwa 0,02 bis 0,5 Proc. Kohle, nebst Spuren von Kiesel und Mangan enthaltendes Eisen. — Zwischen Roheisen und Schmiedeeisen steht der Stahl. Er wird entweder durch einen nur bis zu einem bestimmten Grade fortgesetzten Frischproceß erhalten (Rohstahl, Frischstahl), oder dadurch, daß man Stangen von Schmiedeeisen zwischen Kohlenpulver heftig glüht, wodurch es wieder Kohlenstoff aufnimmt (Cämentstahl). Die Gleichmäßigkeit des Stahls stellt man beim Cämentstahl in der Regel her, indem man ihn unter Glas schmilzt (Gußstahl), — beim Rohstahl durch wiederholtes Strecken, Umlegen und Zusammenschweißen (gegerbter Stahl). Der Stahl ist ein 0,5 bis 2,3 Proc. Kohlenstoff enthaltendes Eisen.

c. Eigenschaften. Das reine Eisen hat weißgraue Farbe, starken Glanz, zähes Gefüge, läßt sich in Platten dehnen, und namentlich in feinen Draht verarbeiten. Sein specif. Gewicht ist 7,8. Es schmilzt nur in der stärksten Hitze, läßt sich aber in Weißglühhitze zusammenkleben (zusammenschweißen). Vom Magnete wird es angezogen. — An trockner Luft hält sich das geschmolzene Eisen unverändert, ebenso in luftfreiem Wasser; an der Luft geglüht, überzieht es sich mit einem schwarzen Oxyde (Hammerschlag), in Sauerstoff zum Weißglühen erhitzt, verbrennt es mit starkem Glanze. Löscht man glühendes Eisen in kaltem Wasser, so wird es nicht spröde und nicht härter. — An feuchter Luft rostet das Eisen schnell. —

Das Stabeisen zeigt in seinen Eigenschaften fast keine Ab-

weichung von dem reinen Eisen, es ist nur etwas härter, und zwar um so mehr, je größer sein Gehalt an Kohlenstoff. — Stabeisen, welches geringe Mengen von Schwefeleisen enthält, bricht beim Schmieden in der Glühhitze (ist rothbrüchig), solches, welches Phosphoreisen enthält, bricht in der Kälte (ist kaltbrüchig). —

Der Stahl unterscheidet sich vom Schmiedeeisen wesentlich. Erstens schmilzt er leichter, zweitens wird er durch Ablöschen hart, elastisch und spröde (gehärteter Stahl). Geglüht und langsam erkaltend geht der harte Stahl wieder in weichen über, durch geringeres oder stärkeres Erhitzen des harten Stahls kann man ihm jede beliebige Härte und Sprödigkeit geben (Anlassen des Stahls). Die verschiedenen Farben, welche er beim Anlassen annimmt, rühren von verschieden dicken Schichten gebildeten Oxyd-Oxyduls her. — Der Stahl rostet weniger leicht als das Schmiedeeisen.

Das Roheisen schmilzt weit leichter als der Stahl, ist nicht schmiedbar, spröde, zerspringt unter dem Hammer; zeigt, rasch abgekühlt, weiße Farbe und größte Sprödigkeit und Härte, langsam abgekühlt, graue Farbe und geringere Härte; rostet weniger leicht als Stahl.

d. Aequivalent und Zeichen. Das Aequivalent des Eisens ist 350. Sein Zeichen Fe (die Anfangsbuchstaben des lateinischen Namens Ferrum).

e. Verbindungen. Von den Verbindungen des Eisens sind für uns ihres Vorkommens und Gebrauchs halber viele interessant, vornehmlich folgende:

I. Eisen und Sauerstoff.

§. 130.

Wenn man gewogene Mengen von Eisenglanz, Magneteisenstein und Spatheisenstein mit Wasserstoff reducirt, so erhält man auf gleiche Mengen von Eisen ungleiche Mengen von Wasser, demnach müssen in diesen Oxyden mit dem Eisen ungleiche Mengen von Sauerstoff vereinigt sein. Die geringste Menge von Sauerstoff ist im Spatheisenstein mit Eisen verbunden; aus ihr mußte demnach das Aequivalent des Eisens abgeleitet werden. — Die im Spatheisenstein enthaltene Sauerstoffverbindung hat somit (mit gleichzeitiger Berücksichtigung ihres Aequivalents) die Formel FeO bekommen und, weil sie eine Basis ist, den Namen Eisenoxydul erhalten. — Im Eisenglanz findet sich anderthalbmal so viel Sauerstoff, als im Oxydul, das Aequivalent dieser Eisenverbindung ist 1000, demnach ihre Formel Fe_2O_3 und ihr Name Eisenoxyd, denn sie ist ebenfalls eine Basis. —

Im Magneteisen sind mit 3 Aeq. Eisen 4 Aeq. Sauerstoff verbunden, beim Behandeln mit Säuren erhält man keine Salze dieses Oxyds, sondern Oxydul- und Oxydsalze. Man wird daher zu dem Schlusse geführt, daß dieser Körper eine Verbindung von Eisenoxydul mit Eisenoxyd sein, die Formel FeO, Fe_2O_3 und den Namen Eisenoxyduloxyd haben müsse. — Dieselbe Verbindung entsteht beim Verbrennen des Eisens in der Weißglühhitze; der Hammerschlag hingegen ist an Oxydul reicher; seine Zusammensetzung wird durch die Formel $6\,FeO$, Fe_2O_3 ausgedrückt. — Außer dem Eisenoxydul und Oxyd bildet das Eisen mit Sauerstoff auch noch eine Säure, die jedoch für uns nicht von besonderem Interesse ist.

1. Eisenoxydul.

§. 131.

Uebergießt man Eisen (oder Schmiedeeisen) mit verdünnter Schwefelsäure, so entwickelt sich Wasserstoffgas, und das Eisen löst sich. Wägt man das erhaltene Wasserstoffgas und das gelöste Eisen, so findet man, daß für je 1 Aeq. gelöstes Eisen 1 Aeq. Wasserstoff in Freiheit gesetzt wird. Da nun dieses nur aus dem Wasser stammen kann, so folgt weiter, daß dessen Sauerstoff sich mit dem Eisen verbunden haben müsse und zwar im Verhältniß von 1 Aeq. zu 1 Aeq., daß also in der Lösung Eisenoxydul (verbunden mit Schwefelsäure) enthalten ist. Versetzt man dieselbe mit Kalilauge, so erhält man bei Luftabschluß einen weißen Niederschlag, der jedoch, der Luft ausgesetzt, unter Aufnahme von Sauerstoff, überaus rasch blaugrau und endlich gelbbraun wird. Derselbe ist Eisenoxydulhydrat. Das Eisenoxydul in reinem Zustande darzustellen, ist bis jetzt noch nicht gelungen. — Von weiteren Verbindungen desselben führen wir an:

a. Kohlensaures Eisenoxydul.

§. 132.

Daß der Spatheisenstein Eisenoxydul enthalte, haben wir bereits gesehen. Uebergießt man ihn mit verdünnter Schwefelsäure, so löst er sich langsam unter Entwicklung von Kohlensäure. Er ist demnach kohlensaures Eisenoxydul (FeO, CO_2). — Das Hydrat dieser Verbindung erhält man beim Vermischen der wässerigen Lösung eines Eisenoxydulsalzes mit kohlensaurem Alkali als weißen Niederschlag. Läßt man denselben bei Gegenwart von Wasser an der Luft liegen, so nimmt er rasch Sauerstoff auf, verliert seine Kohlensäure und verwandelt sich in ein gelbbraunes Pulver (in Eisenoxydhydrat). Dieselbe Verwandlung erleidet unter den genannten Umständen auch

der Spatheisenstein; jedoch erfolgt sie bei diesem sehr allmälig. — Läßt man Kohlensäure enthaltendes Wasser längere Zeit mit kohlensaurem Eisenoxydul in Berührung, so löst sich ein kleiner Theil des in reinem Wasser unlöslichen Salzes auf, und man erhält eine schwach zusammenziehend schmeckende Lösung, welche beim Stehen an der Luft durch Sauerstoffaufnahme und unter Kohlensäureverlust ihren Eisengehalt in Gestalt gelbbrauner Flocken (Eisenoxydhydrat) absetzt. Solche Lösungen stellen die meisten der sogenannten Eisen- oder Stahl-Wasser dar. Man kann annehmen, daß sie saures kohlensaures Eisenoxydul enthalten.

b. Schwefelsaures Eisenoxydul.

§. 133.

Löst man Eisen in verdünnter Schwefelsäure (die Lösung erfolgt unter Wasserstoffentwicklung), dampft die Lösung ab und läßt sie erkalten, so erhält man ein grünliches, schön krystallisirtes Salz, schwefelsaures Eisenoxydul mit Krystallwasser ($FeO, SO_3 + 7$ aq.) auch krystallisirter Eisenvitriol genannt. Erhitzt man die Krystalle bei abgehaltener Luft mäßig, so verlieren sie ihr Wasser und gehen in ein weißes Pulver (wasserfreien Eisenvitriol) über, während sie, an der Luft erhitzt, nicht nur ihr Wasser verlieren, sondern auch Sauerstoff aufnehmen, und in basisch schwefelsaures Eisenoxyd, $Fe_2O_3, 2\,SO_3$ (sogenannten calcinirten Eisenvitriol), übergehen. Das krystallisirte schwefelsaure Eisenoxydul verliert auch schon an trockner Luft einen Theil seines Wassers; an feuchter bräunt es sich (durch Sauerstoffaufnahme und Bildung von Oxydsalz) an der Oberfläche. — In Wasser löst es sich leicht. Die Lösung nimmt, an der Luft stehend, Sauerstoff auf, wird braun und bildet einen gelbbraunen Bodensatz. Die Erklärung dieses Vorgangs siehe unten. — Bringt man eine Lösung von schwefelsaurem Eisenoxydul mit kohlensaurem Kalk bei Gegenwart von Luft zusammen, so beginnt eine Zersetzung, deren Endprodukte Eisenoxydhydrat und schwefelsaurer Kalk sind, — die Kohlensäure entweicht. — Das schwefelsaure Eisenoxydul wird fabrikmäßig dargestellt aus natürlichem Schwefeleisen, welches man entweder so, oder nach vorhergegangenem Rösten verwittern läßt und dann auslaugt. Nach dem Eindampfen der Lauge schießt das Salz in großen, aber unreinen Krystallen an. — Der Eisenvitriol hat für den Landwirth Interesse, weil er zur Verbesserung des Düngers, zur Beseitigung des üblen Geruchs bei Reinigung von Abtritten u. s. w. Anwendung findet. Er wird außerdem zur Bereitung der Dinte, in der Färberei u. s. w., in Massen verbraucht.

c. Kieselsaures Eisenoxydul.

Das kieselsaure Eisenoxydul ist ein Bestandtheil vieler Mineralien. Es verwittert an feuchter Luft unter Bildung von Eisenoxydhydrat, und trägt so zum Zerfallen vieler Gesteine bei.

2. Eisenoxyd.

§. 134.

Daß der Eisenglanz und Rotheisenstein Eisenoxyd sind, haben wir bereits oben gesehen. Künstlich erhält man das Eisenoxyd durch Auflösen des Eisens in Salpetersäure, Abdampfen der Lösung und Glühen des salpetersauren Oxyds; durch Glühen des Eisenoxydhydrats (s. u.), des calcinirten Eisenvitriols u. s. w. — Es zeigt rothe oder braunrothe Farbe, ist in Wasser unlöslich, in Säuren löslich; die Lösung erfolgt aber sehr langsam. Die entstehenden Flüssigkeiten zeigen braungelbe Farbe. Von den Verbindungen des Eisenoxyds erwähnen wir:

a. Eisenoxyd und Wasser.

Erhitzt man Brauneisenstein in einer Retorte, so erhält man im Rückstande Eisenoxyd, in der Vorlage Wasser. Der Brauneisenstein ist also Eisenoxydhydrat. — Aehnliche Verbindungen sind: der gewöhnliche Eisenrost (welcher jedoch, an atmosphärischer Luft entstanden, stets auch etwas Ammon enthält), — der Niederschlag, den Alkalien in Eisenoxydlösungen hervorbringen, — das Pulver, welches aus dem Eisenoxydulhydrat oder dem kohlensauren Eisenoxydul bei Gegenwart von Wasser und Luft entsteht u. s. w. Diese Hydrate sind jedoch nicht alle gleich in Hinsicht auf ihren Wassergehalt. Es giebt Brauneisenstein, der 1 Aeq., solchen der 2 Aeq. und solchen, der 3 Aeq. Wasser auf 1 Aeq. Eisenoxyd enthält; der Rost und das gelinde getrocknete, gefällte Hydrat sind Fe_2O_3, 3 HO.

Das Eisenoxydhydrat ist mehr oder minder gelbbraun oder rothbraun, in Wasser nicht löslich, in Säuren löslich.

b. Eisenoxyd und Schwefelsäure.

§. 135.

Die Schwefelsäure bildet mit dem Eisenoxyde mannigfache Verbindungen, von denen wir eine oben schon genannt haben. Läßt man eine Auflösung von schwefelsaurem Eisenoxydul an der Luft stehen, so nimmt sie, wie oben erwähnt, Sauerstoff auf, wird braun und setzt einen gelbbraunen Niederschlag ab. Dieser hat die Zusammensetzung

$2\,Fe_2O_3$, SO_3; in Lösung bleibt Fe_2O_3, $3\,SO_3$. [Zu 10 (FeO, SO_3) treten hierbei 5 O. Es entstehen 3 Aeq. der löslichen und 1 Aeq. der unlöslichen Verbindung.] Die lösliche Verbindung ist die neutrale, denn sie enthält (entsprechend dem neutralen schwefelsauren Kali) 1 Sauerstoff in der Basis auf 3 in der Schwefelsäure (3:9), die andere Verbindung ist eine ganz basische; — der neutralen näher steht der calcinirte Vitriol (Fe_2O_3, $2\,SO_3$). — Schneller als auf die genannte Art erhält man das neutrale schwefelsaure Oxyd, wenn man eine Lösung von 2 Aeq. Eisenvitriol mit 1 Aeq. Schwefelsäurehydrat versetzt und in der Kochhitze so lange verdünnte Salpetersäure zutröpfelt, als noch Entwicklung von Stickoxydgas erfolgt. Beim Hinstellen der braunen Lösung erhält man das Salz, mit Krystallwasser verbunden, als braune krystallinische Masse; bei gelindem Erhitzen verliert es sein Wasser und stellt alsdann ein weißes, sehr herb schmeckendes Pulver dar. — In Berührung mit kohlensaurem Kalk wird das schwefelsaure Eisenoxyd sogleich zersetzt, es entsteht schwefelsaurer Kalk und Eisenoxydhydrat, — die Kohlensäure entweicht; denn mit Kohlensäure vereinigt sich das Eisenoxyd nicht. Die Zersetzung ist so vollständig, daß sich in der von dem entstandenen Niederschlag abfiltrirten Flüssigkeit keine Spur von Eisen mehr findet.

c. Eisenoxyd und Phosphorsäure.

Das Eisenoxyd verbindet sich mit der Phosphorsäure in mannichfaltigen Verhältnissen. Eine sehr basische Verbindung stellt der Raseneisenstein (Sumpferz, Wieserz) dar. Die neutrale $3\,PO_5$, $2Fe_2O_3, 3HO$ erhält man, verbunden mit weiteren 10 Aeq. Wasser, beim Vermischen von Eisenoxydsalzlösung mit überschüssigem neutralem phosphorsaurem Natron, als weißen, in Wasser unlöslichen, in Mineralsäuren, nicht aber in Essigsäure, löslichen Niederschlag. Diese Verbindung erhält man bei Analyse aller Pflanzenaschen, ob sie jedoch als solche auch in den Pflanzen enthalten ist, läßt sich deshalb nicht behaupten.

II. Eisen und Schwefel.

1. Einfachschwefeleisen (Eisensulphür).

§. 136.

Trägt man ein Gemenge von 1 Aeq. Eisen (Eisenfeile) mit 1 Aeq. Schwefel (Schwefelblumen) portionenweise in einen glühenden Tiegel, so vereinigen sich beide unter Feuererscheinung und man erhält eine bröcklige, bei höherer Temperatur schmelzende, schwarze Masse. Sie ist Eisensulphür oder einfach Schwefeleisen (FeS).

Dieselbe Verbindung erhält man in geschmolzenem Zustande, wenn man weißglühendes Schmiedeeisen mit Schwefel in Berührung bringt, sowie beim Erhitzen höherer Schwefelungsstufen des Eisens. — Das Schwefeleisen ist in Wasser unlöslich; in verdünnter Schwefelsäure, wässeriger Salzsäure u. s. w. löst es sich unter Entwicklung von Schwefelwasserstoff. Seiner leichten Darstellbarkeit halber, wird es zu diesem Behufe oft angewendet. — An trockner Luft verändert es sich nicht, an feuchter nimmt es Sauerstoff auf und geht anfänglich in schwefelsaures Eisenoxydul, später in neutrales und basisches schwefelsaures Eisenoxyd über. — In Verbindung mit Wasser erhält man das Eisensulphür durch Vermischen von einem Schwefel-Alkalimetall mit einer Eisenoxydulsalzlösung. Es stellt einen schwarzen, in Wasser, wie auch in überschüssigem Schwefelalkalimetall unlöslichen, in verdünnten Säuren leicht löslichen Niederschlag dar, der, in Berührung mit Wasser und Luft, die oben angegebene Oxydation weit rascher erleidet, als das wasserfreie Eisensulphür. — Dieses wasserhaltige Eisensulphür entsteht auch immer da, wo Schwefel und Stickstoff enthaltende organische Körper in Berührung mit eisenhaltiger Erde faulen. Dabei entsteht zuerst Schwefelammonium, welches sich alsdann mit der Eisenverbindung umsetzt. — Die schwarze Färbung des Kothes in den unterirdischen Straßenkanälen, des Schlammes in Abtritten, Gräben ꝛc. rührt von solchem wasserhaltigen Eisensulphür her; sie verschwindet durch Oxydation, wenn der feuchte Koth an der Luft liegen bleibt.

Auf den Umstand, daß sich Schwefelammonium mit Eisenoxydulsalzen, z. B. Eisenvitriol, umsetzt, damit schwefelsaures Ammon und Eisensulphür (zwei geruchlose Substanzen) bildend, hat man in den letzten Jahren eine Methode gegründet, Abtritte mit Vermeidung des üblen Geruches zu reinigen. Man schüttet nämlich unter Umrühren so viel Eisenvitriollösung in die Grube, bis der üble Geruch nach Schwefelammonium beseitigt ist (völlig geruchlos wird der Koth nicht, denn es ist *nicht nur* Schwefelammonium, welches den üblen Geruch bedingt), und schöpft alsdann den durch wasserhaltiges Eisensulphür schwarz gefärbten Inhalt aus. Bleibt derselbe an der Luft liegen, so verliert er bald seine schwarze Farbe und erleidet die oben besprochene Oxydation. Bei gleichzeitiger Gegenwart von kohlensaurem Kalk entsteht Eisenoxydhydrat und Gyps.

2. Zweifach Schwefeleisen.

§. 137.

Erhitzt man den in der Natur so häufig vorkommenden Schwe-

felkies oder den Strahlkies bei Abschluß der Luft, so entweicht Schwefel, und steigert man die Hitze stark, so bleibt im Tiegel oder in der Retorte Einfach-Schwefeleisen, während eine seinem Schwefelgehalt gleiche Schwefelmenge in die Vorlage übergeht. Diese Verbindungen sind demnach Zweifach-Schwefeleisen (FeS_2). Künstlich erhält man dasselbe durch gelindes Erhitzen von 1 Aeq. Eisensulphür mit 1 Aeq. Schwefel; langsam bildet sich dasselbe öfters bei Einwirkung von organischen Stoffen auf Wasser, welches schwefelsaure Salze und Eisen gelöst enthält; so findet man zuweilen die Wurzeln von Pflanzen, welche in sumpfigem oder schlammigem Boden wachsen, mit kleinen Schwefelkieskrystallen überzogen. — In Wasser, verdünnter Salz- und Schwefelsäure ist das Zweifach-Schwefeleisen unlöslich. Erhitzt man es an der Luft gelinde, so erhält man schweflige Säure und schwefelsaures Eisenoxydul. An trockner wie feuchter Luft hält sich der meiste Schwefelkies und der gut krystallisirte Strahlkies unverändert, der undeutlich krystallisirte Strahlkies aber, und mancher Schwefelkies, zieht rasch Sauerstoff und Wasser an und zerfällt, indem er in krystallisirten Eisenvitriol übergeht.

Der Schwefel- und Strahlkies findet im Großen Anwendung zur Gewinnung von Schwefel und von Eisenvitriol.

Der in der Natur vorkommende Magnetkies enthält auf 7 Aeq. Eisen 8 Aeq. Schwefel und wird am richtigsten als eine Verbindung von 6 FeS mit FeS_2 betrachtet. Dieselbe Schwefelungsstufe läßt sich auch künstlich erhalten, z. B. durch gelindes Erhitzen des Zweifach-Schwefeleisens bei Abschluß der Luft. — Die dem Eisenoxyd entsprechende, künstlich darstellbare Schwefelungsstufe Fe_2S_3 ist für uns ohne besonderes Interesse. — In Verbindung mit Wasser erhält man dieselbe, wenn man eine Eisenoxydlösung in überschüssige Schwefelalkalimetall-Lösung tröpfelt. Gießt man hingegen diese in die Eisenoxydlösung, so erhält man mit Schwefel gemengtes wasserhaltiges Eisensulphür, indem der Fällung eine Reduction des Oxydsalzes zu Oxydulsalz, welche unter Abscheidung von Schwefel erfolgt, vorhergeht. — Diese Reduction allein tritt ein, wenn man Schwefelwasserstoffgas in eine Eisenoxydlösung leitet.

III. Eisen und Chlor.

§. 138.

Mit dem Chlor bildet das Eisen zwei Verbindungen, welche in Betracht ihrer Zusammensetzung dem Oxydul und Oxyd entsprechen — demnach die Formeln $FeCl$ und Fe_2Cl_3 und die Namen Eisenchlorür und -chlorid haben, — in Betracht ihrer Eigenschaften aber

mit den schwefelsauren Salzen fast ganz übereinkommen. — Im wasserfreien Zustande erhält man das Chlorür durch Erhitzen von Eisen in Chlorwasserstoffgas, das Chlorid durch Erhitzen von Eisen in Chlorgas. Dieses ist leicht flüchtig und sublimirbar. Beide lösen sich in Wasser. Die Lösung des Chlorürs erhält man auch bei Auflösung von Eisen, Spatheisenstein oder Schwefeleisen in wässeriger Salzsäure, die des Chlorids durch Einleiten von Chlor in die Chlorürlösung. — Diese Verbindungen kommen oft bei der chemischen Analyse vor und müssen uns deshalb bekannt sein.

IV. Eisen und Cyan.

1. Ferrocyan-Verbindungen.

§. 139.

Glüht man Horn, Klauen, Blut oder andere Stickstoff und Kohlenstoff enthaltende organische Körper mit kohlensaurem Kali und Eisen und laugt die geschmolzene Masse mit Wasser aus, so erhält man beim Abdampfen und Abkühlen ein in großen gelben Krystallen anschießendes Salz, welches fabrikmäßig dargestellt wird und im Handel den Namen Blutlaugensalz führt. Es ist in Wasser löslich und liefert, mit Schwefelsäurehydrat erwärmt, Cyanwasserstoffsäure, wie bereits oben beim Cyan erwähnt wurde. — Versetzt man seine concentrirte wässerige Lösung mit starker wässeriger Salzsäure und fügt Aether zu (der hier nur in der Art mitwirkt, daß er eine Veränderung der Lösungsfähigkeit der vorhandenen Flüssigkeit veranlaßt), so erhält man einen weißen Niederschlag. Die Lösung, in der er vertheilt ist, liefert abgedampft Chlorkalium. Der Niederschlag löst sich in Wasser und verhält sich wie eine Säure, und zwar wie eine Wasserstoffsäure, d. h. mit Alkalien zusammengebracht neutralisirt er dieselben zwar, das entstandene Salz enthält aber nicht das Alkali verbunden mit der Säure, sondern nur das Metall des Alkali's verbunden mit einem zusammengesetzten Radikal und zwar einem den Salzbildnern entsprechenden. — So erhält man z. B. durch Sättigen der Säure mit Kali wieder Blutlaugensalz. Dieses enthält getrocknet keinen Sauerstoff, also auch kein Kali, und ist demnach ein Haloidsalz. — Was ist es nun für ein Körper, der im Blutlaugensalz mit dem Kalium verbunden ist und die Rolle eines Salzbildners spielt? Es ist ein Körper, der Eisen, Stickstoff und Kohlenstoff enthält und zwar auf 1 Aeq. Eisen 6 Aeq. Kohlenstoff und 3 Aeq. Stickstoff, wie man leicht erfährt, wenn man einerseits das getrocknete Blutlaugensalz mit Kupferoxyd glüht, die entstehende Kohlensäure wägt und das abgeschiedene Stickstoffgas misst, andererseits das

Blutlaugensalz mit kohlensaurem Kali schmilzt und das sich abscheidende Eisen wägt. — Diesen Körper heißt man Eisencyan oder Ferrocyan, weil er Eisen und die Elemente des Cyans enthält; seine Zusammensetzung wird durch die Formel FeC_6N_3 ausgedrückt; im Blutlaugensalz (Ferrocyankalium) ist 1 Aeq. Ferrocyan verbunden mit 2 Aeq. Kalium, seine Formel ist somit $FeC_6N_3, 2K$. 1 Aeq. Ferrocyan erfordert demnach 2 Aeq. Metall zur Bildung eines Salzes; es unterscheidet sich dadurch von den uns bisher bekannt gewordenen Salzbildnern. Diesen Unterschied drückt man aus, indem man das Ferrocyan einen zweimetalligen, oder üblicher, wenngleich weniger richtig, zweibasischen Salzbildner nennt. — Der kürzeren Bezeichnung wegen giebt man dem Ferrocyan in der Regel die Formel Cfy. — Das Blutlaugensalz ist alsdann, getrocknet: Cfy, 2 K, krystallisirt: Cfy, 2 K + 3 aq; die wasserfreie Ferrocyanwasserstoffsäure Cfy, 2 H.

Vermischt man die Lösung von jenem oder von dieser mit Kalilauge oder einem Schwefelalkalimetall, so bekommt man keine Niederschläge, zum Zeichen, daß das Eisen in den genannten Körpern in einem ganz andern Verbindungszustand enthalten ist, als im Chlorür, Chlorid oder den Sauerstoffsalzen.

Vermischt man eine Auflösung von Blutlaugensalz mit einer Auflösung von Eisenchlorid oder mit der eines beliebigen Eisenoxydsalzes, so erhält man einerseits die dem Eisenoxyd oder Chlorid entsprechende Ferrocyanverbindung d. i. Eisenferrocyanid, andererseits Chlorkalium oder das der Säure des Eisenoxydsalzes entsprechende Kalisalz, wie folgendes Schema zeigt:

$$3(Cfy, K_2) = \begin{cases} 3\,Cfy \\ 6\,K \end{cases} \qquad \begin{matrix} = Fe_4Cfy_3 \\ 6\,KCl \end{matrix}$$

$$2(Fe_2Cl_3) = \begin{cases} 4\,Fe \\ 6\,Cl \end{cases}$$

Cfy_3Fe_4 ist demnach die Formel des Eisenferrocyanids; sie entspricht der des Chlorids Fe_2Cl_3 vollkommen, nur enthält dieses auf 3 Aeq. des Salzbildners 2, jenes 4 Aeq. Eisen; es ist dies ganz im Einklang mit der zweibasischen Natur des Ferrocyans.

Das Eisenferrocyanid ist prachtvoll blau gefärbt, wird fabrikmäßig dargestellt und führt im Handel den Namen Berlinerblau. Uns ist es insofern von großer Wichtigkeit, als seine Bildung die Gegenwart von Eisenoxyd, Chlorid ꝛc. mit untrüglicher Sicherheit und großer Schärfe anzeigt. In Wasser und verdünnten Säuren ist es unlöslich, Alkalien zersetzen es unter Bildung von Ferrocyanalkalimetall und Ausscheidung von Eisenoxydhydrat. — Eisenchlorür und

Eisenoxydulsalzlösungen geben mit Blutlaugensalz keinen dunkelblauen, sondern einen bläulich-weißen Niederschlag (Kaliumeisenferrocyanür, $= 2\,Cfy \left\{ \begin{matrix} K \\ 3\,Fe \end{matrix} \right)$, welcher erst an der Luft oder bei Zusatz eines Oxydationsmittels dunkelblau wird.

Die Bildung des Ferrocyankaliums und beziehungsweise des Berlinerblaus giebt auch zur Entdeckung der Blausäure ein treffliches Mittel ab. Uebersättigt man nämlich eine, Blausäure enthaltende, Flüssigkeit mit Kalilauge und fügt eine Mischung von schwefelsaurer Eisenoxyd- und Eisenoxydullösung zu, so entsteht Ferrocyankalium, welches gelöst bleibt, und ein Gemenge von Eisenoxydhydrat und Eisenoxydulhydrat, welches sich ausscheidet. Setzt man jetzt wässerige Salzsäure zu, so lösen sich die Hydrate, das entstehende Chlorid setzt sich mit dem gebildeten Ferrocyankalium um, und es entsteht ein blauer Niederschlag (bei geringen Mengen anfänglich nur eine blaue Färbung) von Berlinerblau.

2. Ferridcyan-Verbindungen.

§. 140.

Leitet man in eine Auflösung von 2 Aeq. Ferrocyankalium 1 Aeq. Chlor, so verändert die Flüssigkeit ihre Farbe. Die vorher gelbe wird braun. Beim Abdampfen liefert sie ein Gemenge von Chlorkalium und einem neuen in rubinrothen Krystallen anschießenden Salze. Dasselbe ist frei von Sauerstoff und zeigt alle Eigenschaften eines Haloidsalzes; es ist zu betrachten als Kaliumverbindung eines dreibasischen zusammengesetzten Radikals, welches dieselben Bestandtheile wie das Ferrocyan, auch im nämlichen Verhältnisse enthält, aber ein noch einmal so großes Aequivalent hat, so zwar, daß seine Zusammensetzung durch die Formel $Fe_2C_{12}N_6$ ausgedrückt werden muß. Es heißt Ferridcyan; als kürzere Formel kann man Cfdy wählen. — Die rothe Kaliumverbindung ist demnach Ferridcyankalium und hat die Formel Cfdy, 3K. Beim Vermischen seiner Lösung mit den Lösungen der alkalischen Erden und schweren Metalloxyde erhält man dem Kaliumsalz entsprechende Verbindungen, meist als unlösliche Niederschläge. Von denselben hat der, welcher beim Vermischen des Ferridcyankaliums mit Eisenchlorür- oder Eisenoxydulsalzlösungen entsteht, und der die dem Chlorür entsprechende Eisenverbindung des (dreibasischen!) Ferridcyans, also Eisenferridcyanür (Cfdy, 3Fe) ist, für uns Wichtigkeit, weil seine Erzeugung ein treffliches Mittel zur Entdeckung des Eisenchlorürs

oder der Eisenoxydulsalze bietet. — Der Niederschlag hat die Eigenschaften des Berlinerblaus. — Eisenoxydsalze werden durch Ferridcyankalium nicht gefällt.

2. Mangan.

§. 141.

a. Vorkommen. Das Mangan kommt nie rein in der Natur vor, seine Verbindungen hingegen, namentlich seine Oxyde, sind sehr verbreitet und finden sich bald massenhaft angehäuft (Braunstein ꝛc.), bald in kleiner Quantität als Gemeng- oder Bestandtheil anderer Mineralien. Fast alle Ackererden, ebenso die meisten Pflanzen und Thiere enthalten Manganverbindungen, die beiden letzteren jedoch meist nur geringe Spuren.

b. Darstellung. Glüht man Braunstein, so entwickelt sich Sauerstoff. Mengt man den Rückstand mit Kohle und glüht ihn auf's heftigste, so entweicht Kohlenoxyd und Kohlensäure, und man erhält metallisches Mangan. — Der geglühte Braunstein ist somit eine Verbindung von Mangan mit Sauerstoff, und der ungeglühte Braunstein ein noch sauerstoffreicheres Oxyd.

c. Eigenschaften. Das Mangan ist ein weiches, sprödes, nicht schmiedbares, nur in heftigstem Feuer schmelzbares, an der Luft und in Wasser sich allmälig oxydirendes Metall. In heißem Wasser oxydirt es sich schneller unter bemerklicher Wasserstoffentwicklung.

d. Aequivalent, Zeichen. Das Aequivalent des Mangans ist 344,44. Sein Zeichen Mn.

e. Verbindungen. Von den Verbindungen des Mangans interessiren uns einige, theils ihres natürlichen Vorkommens, theils ihres Gebrauchs wegen; vornehmlich folgende:

I. Mangan und Sauerstoff.

§. 142.

Das Mangan verbindet sich mit Sauerstoff in mannigfachen Verhältnissen. Ein Oxyd, den Braunstein, haben wir oben bereits mehrmals erwähnt. Erwärmt man denselben mit verdünnter Schwefelsäure, so löst er sich, aber nicht unzersetzt, sondern unter Entwicklung von Sauerstoffgas. Der Braunstein ist also kein basisches Oxyd, sondern ein Hyperoxyd, denn erst durch Abgabe von Sauerstoff wird er zu einer Base. Die entstandene Base kann man aus der Lösung ihres schwefelsauren Salzes erhalten, wenn man dieselbe mit kohlensaurem Kali zersetzt, wodurch man lösliches schwefelsaures Kali und

das unlösliche kohlensaure Salz des fraglichen Manganoxyds erhält. Dieses kohlensaure Salz liefert, bei Luftabschluß geglüht, die Sauerstoffverbindung in reiner Form. Sie ist die niedrigste und basisch und heißt somit Manganoxydul. Ihre Formel ist MnO. — Der Braunstein (das Manganhyperoxyd) enthält genau noch einmal soviel Sauerstoff; seine Formel ist daher MnO_2. Zwischen beiden in der Mitte steht das dem Eisenoxyd entsprechende, den Charakter einer schwachen Base zeigende, in der Natur als Braunit vorkommende Manganoxyd (Mn_2O_3) und eine Verbindung des Oxyduls mit Oxyd, das Manganoxydul-Oxyd (MnO, Mn_2O_3), welche in der Natur als Hausmannit vorkommt und beim Glühen aller Oxyde des Mangans an der Luft zurückbleibt; woraus zu ersehen, daß alle höhere Oxyde hierbei Sauerstoff abgeben, alle niedere solchen aufnehmen.

Das Manganoxydul ist ein grünlichgraues, sein Hydrat (durch Fällen einer Manganoxydulsalzlösung mit Kalilauge zu erhalten) ein weißes Pulver. Beide sind in Wasser unlöslich. Das letztere nimmt an der Luft sehr rasch Sauerstoff auf und geht in braunes Oxydhydrat über. Salmiak und manche andere Ammonsalze lösen das Manganoxydulhydrat und bilden damit Doppelsalze, welche durch einen Ueberschuß von Ammon nicht zerlegt werden; daher werden neutrale Manganoxydulsalzlösungen von Ammon nur unvollständig, saure aber oder solche, welche Salmiak enthalten, gar nicht gefällt. Bleiben jedoch solche Lösungen an der Luft stehen, so scheidet sich das Mangan als braunes Manganoxydhydrat allmälig ab. — Bei der chemischen Analyse wird dies Verhalten des Manganoxyduls zu Ammonsalzen mit Erfolg benutzt. — Das Manganoxydul-Oxyd, Oxyd und Hyperoxyd sind mehr oder weniger braunschwarz; alle bilden mit Wasser Hydrate, keines löst sich in Wasser. — Das Manganhyperoxyd (der Braunstein) wird bergmännisch gewonnen und findet zur Darstellung des Chlors, in der Glasfabrikation ꝛc. ausgedehnte Anwendung.

Krystallisirbare Salze liefert von den Sauerstoffverbindungen des Mangans nur das Oxydul. Die Salze sind weiß oder schwach röthlich, zum Theil löslich wie das schwefelsaure, zum Theil unlöslich wie das kohlensaure, im Allgemeinen ähnlich den entsprechenden Eisenoxydulsalzen. — Das Manganoxyd läßt sich zwar auch, wenn auch nur auf Umwegen, mit Säuren verbinden, die entstehenden Salze können jedoch nur in Lösungen existiren und zerfallen schon beim Erwärmen in Sauerstoff und Oxydulsalze. Daher erhält man stets schwefelsaures Manganoxydul, man mag nun das Oxydul oder

das Superoxyd mit verdünnter Schwefelsäure erhitzen. — Ebenso erhält man bei Einwirkung von wässeriger Chlorwasserstoffsäure auf Braunstein in der Hitze stets die dem Oxydulsalz entsprechende Chlorverbindung, d. i. Manganchlorür, unter Entwicklung von Chlor, vergl. §. 50.

Die Gegenwart von bedeutenden Mengen von Manganoxyden im Boden ist der Vegetation nachtheilig, wenigstens kränkeln die in der Nähe von Braunsteinlagern stehenden Bäume, wenn ihre Wurzeln in die braunsteinreicheren Erdschichten kommen. Solche Bäume geben alsdann eine an Manganoxyduloxyd sehr reiche Asche.

Außer den betrachteten Manganoxyden giebt es noch zwei andere Sauerstoffverbindungen des Mangans. Sie haben den Charakter von Säuren und heißen Mangansäure (MnO_3) und Uebermangansäure (Mn_2O_7). Die erstere ist insofern für uns von Interesse, als die Darstellung ihrer Alkalisalze ein einfaches und empfindliches Mittel abgiebt, Mangan in einer Verbindung nachzuweisen. Glüht man nämlich einen, eine beliebige Manganverbindung enthaltenden, Körper bei Luftzutritt mit kohlensaurem Kali oder Natron, so entsteht unter Mitwirkung von Sauerstoff der Luft mangansaures Alkali, welches dem geschmolzenen kohlensauren Alkali eine grüne, beim Erkalten mehr blaugrün werdende, sehr intensive Färbung ertheilt. Die Reaktion ist sehr empfindlich und wird durch die Gegenwart anderer Metalle nicht verhindert.

II. Mangan und Schwefel.

Vermischt man eine Manganoxydullösung mit einem alkalischen Schwefelmetall, so erhält man einen blaßrothen Niederschlag von wasserhaltigem Mangansulphür (MnS). Derselbe löst sich nicht in Wasser und alkalischen Schwefelmetallen, leicht (unter Entwicklung von Schwefelwasserstoff) in verdünnten Säuren. Seine Kenntniß ist für uns wichtig, weil das Mangan bei Analysen oft in diese Verbindung übergeführt wird, um es von anderen Körpern zu trennen.

3. Zink.

§. 143.

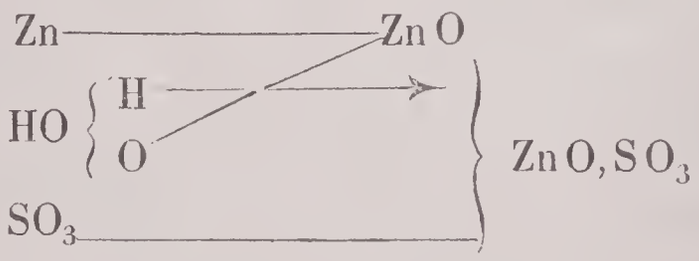
a. Vorkommen. Das Zink findet sich in der Natur nie rein; ziemlich häufig hingegen, jedoch nicht sehr verbreitet sind seine Verbindungen, namentlich die mit Schwefel (Zinkblende) und die seines Oxyds mit Kohlensäure oder Kieselsäure (Galmei).

b. Darstellung. Man erhitzt die gerösteten Zinkerze (unreines Zinkoxyd) mit Kohlenpulver in geeigneten Destillationsapparaten. Die Kohle entzieht in dem Falle dem Zinkoxyd seinen Sauerstoff (wie daraus zu bemerken, daß Kohlenoxyd und Kohlensäure entweichen), das Zink erhält man in der Wasser enthaltenden Vorlage, woraus zu ersehen, daß es sich bei der Temperatur verflüchtigt, bei welcher die Reduction erfolgt.

c. Eigenschaften. Das Zink ist ein glänzendes, weißgraues Metall von mittlerer Härte, spröde, von krystallinischem Gefüge. Bei 100 bis 150° C. läßt es sich durch behutsamen Druck in Blech und Draht verarbeiten, verliert dadurch sein krystallinisches Gefüge und ist alsdann biegsam und nicht mehr spröde. Es schmilzt in der Rothglühhitze, verdampft in der Weißglühhitze.

d. Aequivalent, Zeichen. Das Aequivalent des Zinks ist 406,59. Sein Zeichen Zn.

e. Verbindungen. Erhitzt man Zink an der Luft zum Schmelzen, so verbrennt es mit bläulich-grüner Flamme zu einem weißen, lockeren, in Wasser unlöslichen Körper, Zinkoxyd (ZnO), der einzigen Oxydationsstufe des Zinks. Bei gewöhnlicher Temperatur bleibt das Zink an trockner Luft, wie auch in reinem Wasser, blank; bei gleichzeitiger Einwirkung beider aber überzieht es sich mit einem weißlichen Häutchen, welches bei Abwesenheit von Kohlensäure nur aus Zinkoxydhydrat, bei Anwesenheit derselben auch aus basisch kohlensaurem Zinkoxyd besteht. Bei Gegenwart einer Säure zersetzt das Zink das Wasser mit Leichtigkeit, unter Bildung eines Zinkoxydsalzes und Entbindung von Wasserstoffgas. Als Beispiel mag der Proceß dienen, den wir oben bei der Darstellung des Wasserstoffs bereits kennen gelernt haben:



Dampft man die bei dieser Zersetzung erhaltene Zinklösung ab und läßt sie erkalten, so erhält man farblose Krystalle von schwefelsaurem Zinkoxyd mit Krystallwasser ($ZnO, SO_3 + 7\,aq.$), ein widerlich metallisch schmeckendes, Brechen erregendes Salz, welches im Großen durch Rösten der Zinkblende in unreinem Zustande erhalten und (etwas entwässert) in weißen, dem Hutzucker ähnlichen Massen unter dem Namen weißer Vitriol oder Zinkvitriol in den Handel gebracht wird.

Versetzt man seine wässerige Lösung mit kohlensaurem Alkali,

so erhält man, unter Entwicklung von etwas Kohlensäure, lösliches schwefelsaures Alkali und einen unlöslichen weißen Niederschlag, eine Verbindung von kohlensaurem Zinkoxyd mit Zinkoxydhydrat, der beim Glühen reines Zinkoxyd hinterläßt.

Das Zink wird in Form von Blech zur Bedachung, zu Dachrinnen und Gefäßen häufig verwendet. Zur Darstellung von Geschirren, in welchen Milch (oder andere zum Genuß bestimmte, saure oder der Säuerung fähige Flüssigkeiten) aufbewahrt werden soll, darf es nicht verwendet werden. — In neuster Zeit wendet man statt des Zinkblechs zu Bedachungen ꝛc. wohl auch verzinktes Eisenblech an, welches durch den Zinküberzug gegen des Rosten geschützt wird. Desgleichen stellt man verzinkten Eisendraht, verzinkte Nägel dar. — Das Zinkoxyd und das schwefelsaure Zinkoxyd sind als treffliche Augenmittel häufig im Gebrauch. — Der Zinkvitriol findet ferner in der Kattundruckerei, in Firnißfabriken u. s. w. Anwendung.

4. Nickel und 5. Kobalt.

§. 144.

Das Nickel und das Kobalt, zwei in vieler Hinsicht sowohl einander als auch dem Eisen ähnliche Metalle, haben für den Landwirth ꝛc. untergeordnete Bedeutung; sie kommen in Verbindung mit Schwefel, sowie mit Arsen und anderen Metallen, in der Natur nicht sehr häufig vor. In der neueren Zeit wird das Nickel fabrikmäßig gewonnen und zur Darstellung des Neusilbers (s. u.) verwendet. — Das Kobalt hingegen, dessen Oxydul die Eigenschaft hat, mit Glasflüssen geschmolzen, denselben eine prächtig blaue Farbe zu ertheilen, wird in der Porzellanmalerei, zur Erzeugung blauer Gläser und zur Darstellung der Smalte (eines durch Kobaltoxydul blaugefärbten fein gepulverten Glases), welche als Farbe in Gebrauch ist, verwendet.

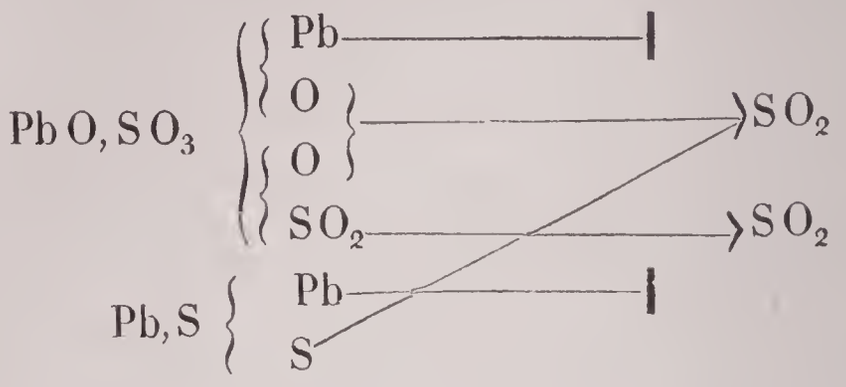
6. Blei.

§. 145.

a. Vorkommen. Das Blei kommt nie rein in der Natur vor, in ziemlicher Menge aber, wenngleich nicht sehr verbreitet, in Verbindungen. Die bekannteste ist der Bleiglanz (Schwefelblei).

b. Darstellung. Das meiste Blei wird aus dem Bleiglanz gewonnen. Häufig röstet man denselben bloß bis zu einem gewissen Grade und schmilzt alsdann die so erhaltene Masse. Beim unvollkommenen Rösten des Schwefelbleies verbrennt ein Theil desselben zu schwefelsaurem Bleioxyd, ein anderer bleibt unzerlegt. Wird nun

1 Aeq. schwefelsaures Bleioxyd (PbO, SO_3) mit 1 Aeq. Schwefelblei (PbS) zusammengeschmolzen, so erhält man Blei und schweflige Säure.



War der Bleiglanz stark silber- oder goldhaltig, so ist es auch das gewonnene Blei. In dem Falle oxydirt man dasselbe auf geeigneten Herdten (Treibherdten), trennt das geschmolzene Bleioxyd (Bleiglätte auch Silberglätte genannt) von dem zurückbleibenden Silber und Gold, und stellt aus der Glätte wieder metallisches Blei dar durch Reduction derselben mit Kohle unter Beifügung eines Schlacke bildenden Zuschlages.

c. Eigenschaften. Das Blei ist ein graues, stark glänzendes, weiches, abfärbendes Metall; es läßt sich sehr dünn auswalzen aber nicht zu sehr feinem Draht ziehen. Es schmilzt in gelinder Glühhitze, verdampft in Weißglühhitze.

d. Aequivalent, Zeichen. Das Aequivalent des Bleies ist 1294,5. Sein Zeichen Pb (abgeleitet von dem lateinischen Namen Plumbum).

e. Verbindungen.

I. Oxyde des Bleies und Verbindungen derselben.

§. 146.

Das Blei bleibt bei gewöhnlicher Temperatur an trockner Luft unverändert, an der Luft geschmolzen überzieht es sich bald mit einer graugelben Haut, welche sich stets erneuert, bis endlich die ganze Masse in ein gelbgraues Pulver (Bleiasche) verwandelt ist. Erhitzt man dasselbe weiter an der Luft, so wird es gelb und stellt alsdann das einzige basische Oxyd des Bleies dar, das Bleioxyd, PbO. — (Die Bleiasche ist ein Gemenge dieses Oxyds mit metallischem Blei.) Glüht man das Bleioxyd längere Zeit schwach an der Luft, so wird es unter Aufnahme von Sauerstoff hochroth, enthält auf 3 Aeq. Blei 4 Aeq. Sauerstoff und führt den Namen Mennige. Bringt man diese mit wässeriger Salpetersäure zusammen, so erhält man in Lösung salpetersaures Bleioxyd, ungelöst bleibt ein braunes Pulver,

Bleihyperoxyd (PbO_2). Man betrachtet deshalb die Mennige als eine Verbindung von Bleioxyd mit Bleihyperoxyd und giebt ihr die Formel $2PbO, PbO_2$, weil man bei der Zerlegung mit wässeriger Salpetersäure auf 2 Aeq. salpetersaures Bleioxyd 1 Aeq. Bleihyperoxyd erhält.

Das Bleioxyd ist ein gelbes, in Rothglühhitze schmelzendes Pulver. Das geschmolzene Bleioxyd erstarrt beim Erkalten zu krystallinischen Schuppen (in dieser Form erscheint die Glätte); mit Wasser bildet es ein Hydrat, mit Säuren verbindet es sich zu den Bleioxydsalzen. — Das Bleioxyd und seine Verbindungen sind giftig.

Bringt man reines Blei mit luftfreiem Wasser in Berührung, so bleibt es blank, ist aber gleichzeitig kohlensäurefreie Luft vorhanden, so bildet sich bald Bleioxydhydrat. Die erstentstehenden Portionen bleiben im Wasser gelöst, die weiter sich bildenden scheiden sich in Gestalt eines weißen flockigen Niederschlages ab. — Ist in dem Wasser Kohlensäure oder ein kohlensaures oder schwefelsaures Salz gelöst, so wird das Blei ungleich weniger angegriffen. In dem Fall überzieht es sich nämlich mit einer dünnen Schicht von basisch kohlensaurem oder von schwefelsaurem Bleioxyd, welche, da die genannten Salze in Wasser sich fast nicht lösen, die weitere Einwirkung hindert. Im Wasser findet sich in solchem Falle je nach der Menge der Kohlensäure und der genannten Salze entweder nur eine höchst geringe, oder aber gar keine Spur von Bleisalzen. Kochsalz oder Chlorkalium verhindern das Angegriffenwerden des Bleis von Wasser in viel geringerem Grade. — Aus dem Mitgetheilten, von dessen Richtigkeit man sich durch die einfachsten Versuche überzeugen kann, ergiebt sich, wie vorsichtig man bei der Anwendung von bleiernen Wasserleitungs- und Pumpenröhren ꝛc. sein muß. Bei Wasser, welches fast keine Salze und sehr wenig Kohlensäure enthält, dürfen solche schlechterdings nicht angewendet werden. — Nach den Versuchen eines englischen Chemikers, Christison, müssen Bleiröhren stets verworfen werden, wenn das hindurch zu leitende Wasser weniger als $^1/_{8000}$ Salze enthält. Beträgt die Menge der Salze mehr und sind es vorzüglich kohlensaure und schwefelsaure, so können Bleiröhren angewandt werden; sind es aber vorzüglich Chlormetalle (Kochsalz, Chlormagnesium, Chlorcalcium), so ist selbst $^1/_{4000}$ derselben im Wasser nicht hinreichend, um die Lösung von Blei zu hindern. Mit anderen Worten läßt sich dasselbe also ausdrücken: Bleibt ein Wasser mit Barytwasser, oder mit Chlorbaryum und Kalkwasser versetzt, klar oder wird es nur wenig getrübt, so dürfen zu seiner Leitung (wenn es nämlich zum Genuß bestimmt ist) keine Blei-

röhren verwendet werden, entsteht aber eine starke Trübung oder ein weißer Niederschlag, so sind solche zulässig. (Barytwasser, oder eine Mischung von Chlorbaryum mit Kalkwasser, fällt nämlich aus einem Wasser alle Kohlensäure und Schwefelsäure in Form unlöslicher Niederschläge.) Wie man die Gegenwart des Bleioxyds in Wasser nachweisen kann, werden wir sogleich beim Schwefelblei sehen.

An der Luft hält sich das Blei sehr gut. Es verliert zwar bald seinen Glanz und wird matt und grau, der so gebildete sehr dünne Ueberzug von kohlensaurem Oxyd, Oxydhydrat und Schwefelblei aber hindert alsdann eine weitere Einwirkung der in der Luft enthaltenen Gase; daher verwendet man Bleiplatten zum Decken von Kirchendächern und Gebäuden, die auf lange Dauer berechnet sind.

Das Bleioxydhydrat hat die Formel $3PbO,HO$, das sogenannte basisch kohlensaure Bleioxyd (der Körper, welcher sich bildet, wenn außer Wasser und Sauerstoff auch Kohlensäure auf Blei einwirkt) enthält auf $2PbO$, $1CO_2$ und $1HO$ und wird am richtigsten betrachtet als eine Verbindung von 1 Aeq. kohlensaurem Bleioxyd mit 1 Aeq. eines Bleioxydhydrats, welches auf 1 Aeq. Bleioxyd 1 Aeq. Wasser enthält, demnach als $PbO,CO_2 + PbO,HO$. — Fällt man die wässerige Lösung eines neutralen Bleioxydsalzes mit überschüssigem kohlensaurem Alkali, so erhält man neutrales kohlensaures Bleioxyd (PbO,CO_2) in Gestalt eines weißen, in Wasser kaum löslichen Pulvers. Dieselbe Verbindung findet sich krystallisirt in der Natur als Weißbleierz. — Fällt man eine Auflösung von Bleioxyd in neutralem essigsaurem Bleioxyd (s. u.) mit Kohlensäure, so erhält man das im Handel als weiße Farbe eine große Rolle spielende Bleiweiß, welches als eine Verbindung von $2(PbO,CO_2)$ mit PbO,HO zu betrachten ist, und zwar gewinnt man eine dem im neutralen essigsauren Salze aufgelösten Bleioxyde entsprechende Quantität.

Um das Bleiweiß darzustellen, leitet man entweder geradezu kohlensaures Gas in eine solche Lösung, oder man bringt Bleiplatten in irdenen, auf dem Boden Essig enthaltenden, Töpfen in ein Lager von Pferdemist. In letzterem Falle bildet sich durch die gleichzeitige Einwirkung von Luft und Essigdämpfen (welche durch die Wärme des verwesenden Mists entwickelt werden) auf der Oberfläche der Bleiplatten zuerst eine Lösung von Bleioxyd in neutralem essigsaurem Bleioxyd, welche jedoch, kaum gebildet, durch die beim Verwesungsproceß des Mistes entstehende Kohlensäure wieder zersetzt wird. Die Folge davon ist, daß allmälig die Bleiplatten in ihrer ganze Dicke oder doch fast ganz, in

Bleiweiß verwandelt werden. Das auf letztere Art bereitete Bleiweiß wird dem auf die andere Art dargestellten vorgezogen, weil es, wie man zu sagen pflegt, besser deckt.

Mischt man die wässerige Lösung eines Bleioxydsalzes mit verdünnter Schwefelsäure oder mit der Lösung eines schwefelsauren Salzes, so erhält man einen in Wasser fast ganz unlöslichen Niederschlag von schwefelsaurem Bleioxyd (PbO,SO_3). Die Schwefelsäure kann daher unter Umständen zur Ermittlung und Bestimmung des Bleies dienen. — Daß das kieselsaure Bleioxyd, mit kieselsauren Alkalien und mit kieselsaurer Thonerde zusammengeschmolzen, glasartige Massen darstellt und Bestandtheil manchen Glases, sowie vieler Glasuren ist, wurde oben §. 106 und §. 128 bereits erwähnt.

II. Blei und Schwefel.

§. 147.

Daß der Bleiglanz eine Verbindung von Blei mit Schwefel ist, haben wir oben bereits vorläufig angeführt. Ueberzeugen kann man sich davon leicht, wenn man denselben in einem Strome von Wasserstoffgas heftig glüht, denn in dem Falle erhält man reines Blei im Rückstand, während Schwefelwasserstoff entweicht. Die Zusammensetzung des Bleiglanzes wird durch die Formel PbS ausgedrückt. — Künstlich erhält man dieselbe Verbindung, wenn man Schwefelwasserstoff in die Auflösung eines Bleisalzes leitet. Sogleich bildet sich ein braunschwarzer, in Wasser unlöslicher Niederschlag. — Die Bildung desselben kann uns oft als Mittel dienen, die Gegenwart oder Abwesenheit von Bleioxyd in einer Flüssigkeit, z. B. in Wasser oder Wein nachzuweisen. Entsteht nämlich in derselben bei Zusatz von (gutem) Schwefelwasserstoffwasser kein braunschwarzer Niederschlag, und zeigt die Flüssigkeit nicht einmal eine bräunliche Färbung, so ist kein Bleioxyd darin vorhanden. — Am deutlichsten erkennt man eine geringe Färbung, wenn die mit Schwefelwasserstoffwasser versetzte Flüssigkeit in einem hohen Glase enthalten ist, welches auf einem Bogen weißen Papieres steht, beim Hineineinsehen von oben.

Es ist zweckmäßig vor dem Zumischen des Schwefelwasserstoffwassers der zu prüfenden Flüssigkeit eine Spur verdünnter Salpetersäure zuzusetzen, so daß sie schwach sauer reagirt; man könnte sonst vielleicht einmal durch die Gegenwart von Eisen irregeführt werden, denn aus einer alkalisch reagirenden Flüssigkeit wird auch dieses durch Schwefelwasserstoff schwarz niedergeschlagen, s. oben §. 136.

— Wie man Schwefelblei von Schwefelkupfer ꝛc. unterscheidet, siehe Abth. V.)

7. Kupfer.

§. 148.

a. Vorkommen. Das Kupfer kommt selten gediegen, häufig und auch ziemlich verbreitet in Verbindungen vor. Die bekanntesten Kupferverbindungen sind das Rothkupfererz (Kupferoxydul), die Kupferlasur und der Malachit (Verbindungen von Kupferoxydhydrat mit kohlensaurem Kupferoxyd in verschiedenen Verhältnissen), der Kupferglanz (Kupfersulphür) und der Kupferkies (eine Verbindung von Kupfersulphid mit Eisensulphür).

b. Darstellung. Aus Rothkupfererz, Kupferlasur und Malachit erhält man das Kupfer durch Reduction mit Kohle in der Glühhitze bei Gegenwart eines Flußmittels; das meiste Kupfer jedoch wird aus Schwefelkupfer enthaltenden Erzen dargestellt. Die Methoden, nach welchen dies geschieht, sind umständlich und können hier übergangen werden.

c. Eigenschaften. Das Kupfer ist ein stark glänzendes, eigenthümlich bräunlichrothes, erst in der Weißglühhitze schmelzbares, mäßig hartes Metall. Es ist sehr dehn- und streckbar und läßt sich in ganz dünnes Blech und sehr feinen Draht verarbeiten.

d. Aequivalent, Zeichen. Das Aequivalent des Kupfers ist 396,00. Sein Zeichen Cu (die Anfangsbuchstaben des lateinischen Cuprum). Sein Name ist von der Insel Cypern abgeleitet, welche im Alterthum das meiste Kupfer lieferte.

e. Verbindungen.

§. 149.

Erhitzt man Kupfer an der Luft zum Glühen, so überzieht es sich mit einer schwarzen Rinde, welche beim Ablöschen in schwarzen Schuppen abfällt. Dieselben bestehen außen aus schwarzem Kupferoxyd (Cu O), innen aus bräunlichrothem Kupferoxydul ($Cu_2 O$). — (Aehnliche Gründe, wie die, welche vermuthen lassen, daß das Aluminiumoxyd eine dem Eisenoxyd entsprechende Zusammensetzung habe, lassen auch vermuthen, daß das Kupferoxyd dem Eisenoxydul entsprechend zusammengesetzt sei, daher hat man, abweichend von der allgemeinen Regel, diesem die Formel Cu O gegeben und darnach das Aequivalent des Kupfers bestimmt. Das Kupferoxydul mußte somit die Formel $Cu_2 O$ bekommen.) — Daß beide Oxyde Basen sind, ersieht man schon aus ihren Namen. — Befeuchtet man das

beim Glühen gewonnene, Oxydul enthaltende Oxyd, den sogenannten Kupferhammerschlag, mit verdünnter Salpetersäure und erwärmt, so oxydirt sich das Oxydul auf Kosten eines Theils des in der Salpetersäure enthaltenen Sauerstoffs höher, und glüht man die Masse, um das gebildete salpetersaure Kupferoxyd zu zerstören, so erhält man das Kupferoxyd rein. Es stellt alsdann ein schwarzes, in Wasser unlösliches Pulver dar. — Bei der Analyse der organischen Substanzen findet es sehr ausgedehnte Anwendung. — Glüht man 1 Aeq. Kupferoxyd gemengt mit 1 Aeq. fein zertheiltem Kupfer, so erhält man reines Kupferoxydul.

Löst man Kupferoxyd in verdünnter Schwefelsäure, so erhält man eine blaue Flüssigkeit, welche beim Abdampfen und Abkühlen schöne blaue, in Wasser lösliche Krystalle von Krystallwasser enthaltendem schwefelsaurem Kupferoxyd (krystallisirten Kupfervitriol) $CuO, SO_3 + 5\,aq.$ liefert. Dieselbe Verbindung erhält man unter Entwicklung von schwefliger Säure, wenn man Kupfer mit Schwefelsäurehydrat kocht, den Rückstand in heißem Wasser löst und die Lösung erkalten läßt, vergl. oben §. 44. Im Großen wird der Kupfervitriol dargestellt durch Rösten Schwefelkupfer enthaltender Erze, Auslaugen und Krystallisiren. — Der Kupfervitriol findet in der Landwirthschaft zuweilen zum Anmachen des Weizens Anwendung. Man glaubt nämlich gefunden zu haben, daß das Beizen des Samens mit einer Lösung von schwefelsaurem Kupferoxyd die Saat (durch Ertödtung der an den Körnern haftenden Pilzsporen) gegen den sogenannten Rost sicher stelle; außerdem dient der Kupfervitriol zur Bereitung vieler Farben ꝛc. Er wirkt brechenerregend und giftig.

Versetzt man eine Auflösung von schwefelsaurem Kupferoxyd mit Kalilauge, so erhält man einen blauen Niederschlag von Kupferoxydhydrat; kocht man die Flüssigkeit, so wird derselbe schwarz, indem er sein Hydratwasser verliert und in Oxyd übergeht. — Auch das Oxydul bildet ein Hydrat. Dasselbe hat gelbe Farbe und wird uns unten (bei Unterscheidung der Zuckerarten) bekannt werden.

Mischt man eine Auflösung von Kupfervitriol mit Salmiakgeist, so erhält man am Anfang einen hellblauen Niederschlag von basisch schwefelsaurem Kupferoxyd, der sich jedoch bei Zusatz von mehr Salmiakgeist mit Leichtigkeit zu einer durch das gebildete schwefelsaure Kupferoxyd-Ammon höchst intensiv gefärbten, lasurblauen Flüssigkeit löst. — Ein ähnliches Verhalten zeigen alle Kupferoxydlösungen, daher der Salmiakgeist als Mittel dienen kann, die Gegenwart des Kupferoxyds in einer Flüssigkeit nachzuweisen. — Zu gleichem Behufe kann man auch blankes Eisen (oder Stahl) gebrauchen, denn

steckt man solches (z. B. einen Strickdraht) in eine Auflösung von Kupferoxyd, so bedeckt sich bald das Eisen mit einer rothen Kupferschicht, die nach einiger Zeit selbst dann noch sichtbar wird, wenn auch nur Spuren von aufgelöstem Kupfer zugegen sind. — Hierbei tritt der Sauerstoff und die Säure, welche mit dem Kupfer verbunden waren, an das Eisen, und es entsteht eine dem gelöst gewesenen Kupfersalze entsprechende Menge Eisenoxydulsalz.

An trockner und feuchter kohlensäurefreier Luft bleibt das Kupfer blank, bei gleichzeitiger Einwirkung von Feuchtigkeit und kohlensäurehaltiger Luft aber überzieht sich dasselbe mit einer blaugrünen Schicht von Kupferrost (auch wohl Grünspan genannt). Die entstandene Verbindung hat dieselbe Zusammensetzung wie der Malachit, sie enthält neutrales kohlensaures Kupferoxyd und Kupferoxydhydrat ($CuO, CO_2 + CuO, HO$) und wird gewöhnlich basisch kohlensaures Kupferoxyd genannt. Sie ist in Wasser unlöslich, wirkt giftig. — Verdünnte Säuren (ausgenommen Salpetersäure) greifen blankes Kupfer bei Luftabschluß nicht an, bei Gegenwart von Luft aber entsteht auf Kosten des Sauerstoffs der letzteren Kupferoxyd, welches sich alsdann in der Säure zu Kupferoxydsalz löst. — Auf diesem Verhalten beruht es, daß man selbst saure Flüssigkeiten (z. B. Obstmuß) in blanken kupfernen Kesseln kochen kann (der Wasserdampf verhindert den Zutritt der Luft), daß man sie aber nicht darin darf stehen lassen. — Die Nichtbeachtung dieser Regel hat schon viele Unglücksfälle veranlaßt.

Zu Schwefelwasserstoff verhalten sich die Lösungen der Kupfersalze, wie die der Bleisalze.

Das Kupfer wird nicht nur rein zu vielen Geräthschaften (Kesseln, Destillationsapparaten ꝛc.) verwendet, sondern auch verbunden (legirt) mit anderen Metallen. Die wichtigsten Kupferlegirungen sind: das Messing, welches aus etwa 33 Thln. Zink und 67 Thln. Kupfer besteht, das Kanonenmetall (aus 10 Thln. Kupfer und 1 Thl. Zinn bestehend) und Glockengut (aus 5 Kupfer und 1 Zinn zusammengesetzt), und das Neusilber (aus Kupfer, Nickel und Zink bestehend).

8. Wismuth.

§. 150.

Das Wismuth hat für den Landwirth ꝛc. eine geringe Wichtigkeit. Es kommt in der Natur nicht sehr häufig, hauptsächlich rein, ferner als Oxyd, Schwefelverbindung u. s. w. vor, hat eine weiße, etwas in's Röthliche spielende Farbe, starken Glanz und große Sprödigkeit. Es schmilzt leicht, dient daher zur Darstellung leichtflüssiger Metallgemische, als Löthmittel u. s. w. — Eine seiner Verbindungen, das basisch salpetersaure Wismuthoxyd, wird in der Arze-

neikunde gebraucht. Dasselbe scheidet sich als unlösliches, weißes Pulver ab, wenn man die Lösung neutralen salpetersauren Wismuthoxyds (durch Auflösen des Metalls in verdünnter Salpetersäure zu erhalten) in Wasser gießt. — In der Flüssigkeit, aus welcher der Niederschlag sich absetzt, bleibt saures Salz gelöst. — Die Wismuthsalze wirken giftig.

9. Zinn.

§. 151.

Das Zinn kommt in der Natur in ziemlicher Menge, aber nicht sehr verbreitet, meist mit Sauerstoff verbunden (Zinnstein) vor, ferner als Schwefelzinn vereinigt mit Schwefelkupfer (Zinnkies), selten in anderen Verbindungen. — Man gewinnt es aus dem Zinnstein durch Reduction mit Kohle unter Zusatz eines Schlacke bildenden Zuschlages. — Das Zinn ist ein bläulichweißes, stark glänzendes, ziemlich weiches Metall, von hakigem Bruch. Beim Biegen macht es (in Folge von Verschiebung und Zerreißung des inneren krystallinischen Gefüges) ein eigenthümliches Geräusch (Zinngeschrei). Es schmilzt noch leichter als Blei, läßt sich sehr dünn auswalzen (Stanniol), nicht aber zu feinem Draht ziehen. Sein Aequivalent ist 735,3, sein Zeichen Sn (von dem lateinischen Namen Stannum).

Das Zinn bleibt sowohl an der Luft, als auch in Wasser blank, und ist daher in hohem Grade geeignet zur Darstellung von Kesseln, Eßgeschirr ꝛc., sowie zum Ueberziehen an der Luft rostender Metalle (Kupfer, Eisen). — Selbst von sauren und salzigen Speisen wird es nur wenig angegriffen. Trotzdem dürfen solche nicht in Zinngefäßen aufbewahrt werden, zumal das verarbeitete Zinn fast niemals rein, sondern fast immer bleihaltig ist. In den meisten Staaten ist der Gehalt der Waare an reinem Zinn an einem aufgedrückten Stempel kenntlich. — Eigenthümlich ist die zur Bezeichnung des Gehalts gewählte Benennung: so heißt man eine Zinnlegirung zweipfündig, wenn sie in 2 Pfd. 1 Pfd. Blei enthält, — dreipfündig, wenn sie in 3, — vierpfündig, wenn sie in 4 Pfd. 1 Pfd. Blei enthält ꝛc.

Beim Schmelzen des Zinns an der Luft überzieht es sich mit einer grauen Haut, allmälig geht es ganz in ein graues Pulver (Zinnasche) über. Dieselbe ist ein Gemenge von Metall und Oxyd und geht bei fortgesetztem Erhitzen ganz in Oxyd (SnO_2) über. Dasselbe Oxyd erhält man, wenn man Zinn mit wässeriger Salpetersäure behandelt. Da es nicht in überschüssiger Salpetersäure löslich ist, so giebt dies Verhalten ein gutes Mittel zur Erkennung und Gewichtsbestimmung des Zinns ab. — Außer dem Zinnoxyd bildet das Zinn noch ein Oxydul (SnO) und ein Sesquioxyd

($Sn_2 O_3$). Ersteres bildet sich bei Einwirkung verdünnter Sauerstoffsäuren, — die ihm entsprechende Chlorverbindung bei Einwirkung von Salzsäure — auf metallisches Zinn. — Das Zinnchlorür findet in der Färberei ꝛc. ausgedehnte Anwendung, wird im Großen dargestellt und unter der Benennung Zinnsalz in den Handel gebracht. — Es wirkt schwach giftig.

10. Antimon (Spießglanz).

§. 152.

Das Antimon kommt in der Natur selten gediegen, in ziemlicher Menge aber, jedoch nicht sehr verbreitet, als Schwefelverbindung (Grauspießglanzerz) u. s. w. vor. — Man stellt es in der Regel aus letzterem dar, nachdem es durch Ausschmelzen von beigemengter Gangart befreit ist, indem man ihm durch Eisen seinen Schwefel entzieht und das gewonnene eisenhaltige Metall weiter reinigt. — Das metallische Antimon (Regulus Antimonii) ist stark glänzend, bläulichweiß, spröde, in Glühhitze schmelzbar. Sein Aequivalent ist 1612,9. Sein Zeichen Sb (von dem lateinischen Namen Stibium). An der Luft erhitzt, bildet es einen dicken weißen Dampf, welcher sich, erkaltend, zu glänzenden Nadeln von Antimonoxyd ($Sb O_3$) verdichtet. Letzteres ist das einzige basische Oxyd des Antimons. — Die höheren Oxyde $Sb O_4$ und $Sb O_5$ sind Säuren und führen die Namen antimonige Säure und Antimonsäure.

Das Antimon wird zur Darstellung mancher Metallegirungen, z. B. der Buchdruckerlettern (welche aus etwa 4 Blei und 1 Antimon bestehen), verwendet. In der Regel setzt man auch dem zu Schroten bestimmten Blei etwas Antimon zu, um die Schrote härter zu machen. — Für uns bietet es insofern einiges Interesse, als viele seiner Präparate Arzeneimittel für Menschen und Thiere abgeben; so namentlich das durch Ausschmelzen gereinigte Grauspießglanzerz (graues Schwefelantimon, Antimonium crudum), welches die dem Oxyd entsprechende Schwefelverbindung, Antimonsulphür ($Sb S_3$) ist, — der sogenannte mineralische Kermes (ein Gemenge von Oxyd mit Sulphürhydrat), — der sogenannte Goldschwefel (die der Antimonsäure entsprechende Schwefelverbindung, Antimonsulphid, $Sb S_5$), — der als Aetzmittel, namentlich in der Thierheilkunde, in Anwendung kommende Liquor Stibii muriatici (eine Auflösung von Antimonchlorür, $Sb Cl_3$, in wässeriger Salzsäure), — das Algarothpulver (eine in Wasser unlösliche Verbindung von Antimonchlorür mit Antimonoxyd, $Sb Cl_3$, $5 Sb O_3$, durch Eintröpfeln des Liquor Stibii

muriatici in Wasser und Auswaschen des entstehenden Niederschlages zu erhalten) — der Brechweinstein (dessen Zusammensetzung wir erst bei der Weinsteinsäure werden kennen lernen) u. s. w. — Alle Antimonverbindungen, welche Antimonoxyd enthalten, wirken brechenerregend und giftig; — die Schwefelverbindungen des Antimons wirken weit weniger heftig.

11. Arsen (Arsenik).

§. 153.

Das Arsen findet sich ziemlich häufig und ziemlich verbreitet in der Natur, und zwar sowohl rein, als in Verbindung mit Sauerstoff und Säuren, mit Schwefel, mit anderen Metallen ꝛc. — Man gewinnt es fabrikmäßig, in der Regel durch Erhitzen des Arsenikkieses (FeS_2, FeAs). Derselbe zerfällt dabei in zurückbleibendes Eisensulphür und sich sublimirendes Arsen. Dieses führt im Handel die leicht zu Verwechslungen veranlassenden Namen Scherbenkobalt, Cobaltum crystallisatum ꝛc. — Das Arsen ist bläulichweiß, in's Stahlgraue spielend, sehr spröde, von geringer Härte. Sein Aequivalent ist 936,48. Sein Zeichen As. Es verdampft leicht und verbreitet, an der Luft erhitzt, einen starken an den des Knoblauchs erinnernden Geruch und weiße Nebel. — Ersterer gehört den Dämpfen der niedrigsten Oxydationsstufe des Arsens, des Arsensuboxyds (AsO), an, — letztere, aus jenen durch weiteren Luftzutritt entstanden, der zweiten Oxydationsstufe, der arsenigen Säure (SbO_3). Die höchste Sauerstoffverbindung (durch Oxydation der arsenigen Säure mit Salpetersäure zu erhalten) heißt Arsensäure (AsO_5).

Von den Verbindungen des Arsens hat die arsenige Säure (auch weißer Arsenik, wohl auch schlechtweg Arsenik genannt) für uns insofern Interesse, als sie eines der heftigsten und verbreitetsten Gifte ist, und deshalb zur Vertilgung schädlicher Thiere (Ratten, Mäuse) häufige Anwendung, leider aber auch zum Menschenmord bisweilen schändlichen Mißbrauch findet.

Die arsenige Säure bildet sich, wie wir gesehen haben, beim Verbrennen des Arsens; sie entsteht ferner, wenn man metallisches Arsen, mit Wasser befeuchtet, der Einwirkung der Luft aussetzt. (Auf diesem letzteren Verhalten beruht die Anwendung des metallischen Arsens als Fliegengift, wie überhaupt seine giftige Wirkung.) Im Großen erhält man die arsenige Säure durch Rösten arsenhaltiger Erze. Im Handel kommt sie entweder in durchsichtigen festen Stücken (glasartige oder amorphe arsenige Säure), welche allmälig von außen nach innen weiß und undurchsichtig werden (in

porzellanartige oder krystallisirte arsenige Säure übergehen), oder bereits theilweise oder ganz so geworden sind, — oder aber als weißes Pulver (sogenanntes Giftmehl, Rattengift) vor. Sie ist in Wasser, namentlich kaltem, schwer und langsam löslich, letzteres hauptsächlich deshalb, weil sie davon nicht benetzt wird, — zeigt einen schwachen, etwas herbe metallischen, hintennach süßlichen Geschmack, verflüchtigt sich in mäßiger Hitze. Zu erkennen ist sie überaus leicht, sowohl daran, daß sie, auf glühende Kohlen geworfen, einen stark knoblauchartigen Geruch verbreitet, — als auch, wenn man ein Körnchen, sei es auch noch so klein, in die Spitze eines unten ausgezogenen und zugeschmolzenen Glasröhrchens bringt, ein Splitterchen einer (kurz zuvor glühend gewesenen, durch Zerschlagen mit einem Hammer auf einer Steinplatte oder dgl. gelöschten) Kohle darüber schiebt und über einer Spirituslampe erst den Kohlensplitter, dann auch den Theil des Röhrchens, an welchem die arsenige Säure liegt, zum Glühen erhitzt. In dem Falle verdampft dieselbe. Ihr Dampf wird von der glühenden Kohle reducirt. Es entsteht Arsendampf, welcher sich über der erhitzten Stelle in dem Röhrchen als glänzender Metallspiegel anlegt, und Kohlensäure, welche entweicht. — Dieser letztere Versuch gelingt jedoch nur, wenn man die arsenige Säure rein hat, nicht aber, wenn sie mit Mehl oder dergleichen vermengt ist. Der erstere Versuch jedoch gelingt auch dann.

Was die giftige Wirkung der arsenigen Säure betrifft, so ist zu merken, daß schon $^1/_{10}$ Gran das Wohlbefinden stört; es erfolgen schmerzhafte Empfindungen im Darmkanale, Durst, Trockenheit im Munde, bisweilen Durchfall oder Stuhlzwang, Fieberschauer, Flecken auf der Haut — und bei sehr empfindsamen Personen selbst leichte Zuckungen. Anhaltend in dieser kleinen Gabe gebraucht, erscheinen die Folgen einer langsamen Vergiftung deutlicher, der Puls wird klein, unordentlich; es stellt sich ein hektisches Fieber mit Stumpfheit und Fühllosigkeit ein, Würgen, Erbrechen, anhaltender Durst, Magenschmerzen, Durchfall, Stuhlzwang, bleiches Aussehen, blaue Lippen, blaue Ringe um die Augen, bisweilen Flecken und ein eigener Ausschlag auf der Haut, Ausfallen der Haare, Abmagerung, Krämpfe, Zuckungen, wässerige Geschwulst der Füße, Lähmungen und endlich langsamer Tod an Wassersucht oder Auszehrung.

Diese Folgen kommen schneller und heftiger, wenn größere Gaben, etwa 1 bis 5 Gran arsenige Säure verschluckt worden sind. Brennender Schmerz im Magen, Ekel, großer Durst, Erbrechen, Laxiren mit blutigem stinkendem Abgange, starke Fieberschauer, kleiner zusammengezogener Puls, fürchterliche Schmerzen im Darm-

kanale, Angst, Zittern und Zuckungen, Lähmung der ganzen Lebensthätigkeit und endlich der Tod sind die Erscheinungen einer solchen Vergiftung. — Bei Gaben von 5 bis 20 Gran treten die genannten Erscheinungen schneller und heftiger auf, und der Tod erfolgt rascher, niemals aber plötzlich, immer unter fürchterlichen Qualen. — Auch äußerliche Anwendung des weißen Arsens, besonders in Wunden und Geschwüren kann diese Symptome veranlassen und den Tod herbeiführen. (Buchner's Toxikologie).

Aus dem Mitgetheilten mag man entnehmen, wie vorsichtig man mit Arsen und Arsenverbindungen (denn fast alle sind mehr oder minder heftige Gifte) umgehen muß, und wie sehr man sich vor dem Gebrauche von Geheimmitteln zu hüten hat, die von unwissenden und gewissenlosen Quacksalbern verkauft werden, und von denen nicht wenige weißen Arsen enthalten.

Was die Beseitigung der Wirkung etwa verschluckten weißen Arsens betrifft, so hat man (wie überhaupt bei den meisten Giften) vor Allem dafür zu sorgen, daß das Gift wieder aus dem Magen geschafft und dieser ausgespült wird. Dies wird erreicht durch Erbrechen, welches man durch ein Brechmittel oder mechanischen Reiz im Schlund bewirkt, und durch Trinken von viel lauem Wasser befördert. Als nachher anzuwendendes Gegenmittel hat sich am besten in Wasser vertheiltes, gefälltes Eisenoxydhydrat (s. ob. §. 134) bewährt, welches die arsenige Säure zu unlöslichem arsenigsaurem Eisenoxyd bindet und so ihre Wirkung vernichtet. Dies Gegenmittel wird in der neueren Zeit unter dem Namen Liquor ferri oxydati hydratici in den Apotheken vorräthig gehalten.

Leitet man in die durch eine beliebige Säure angesäuerte, wässerige Auflösung der arsenigen Säure oder eines arsenigsauren Salzes Schwefelwasserstoff, so erhält man einen gelben, in Wasser und verdünnten Säuren unlöslichen, in Alkalien dagegen leicht löslichen Niederschlag von Arsensulphür (AsS_3). Die Herstellung dieser Verbindung dient in der analytischen Chemie häufig zur Abscheidung der arsenigen Säure. Sie kommt in der Natur unter dem Namen Auripigment oder Operment vor, und wird als Malerfarbe verwendet. Sie wirkt giftig. — Das in der Natur vorkommende rothe Schwefelarsen (Realgar) ist AsS_2. —

Bringt man in eine Flasche, in welcher aus Zink und verdünnter Schwefelsäure Wasserstoff entwickelt wird, arsenige Säure oder eine andere in Wasser oder Säuren lösliche Arsenverbindung, so entwickelt sich zugleich mit dem Wasserstoffgas Arsenwasserstoffgas (AsH_3). Es wird dasselbe gebildet, indem das Zink der arsenigen

Säure ihren Sauerstoff entzieht, und indem das so frei gewordene Arsen sich im Moment der Abscheidung mit dem gleichzeitig in Freiheit gesetzten Wasserstoff verbindet. Dasselbe ist im allerhöchsten Grade giftig. — Leitet man es durch eine an einer Stelle glühende Röhre, so zerfällt es in Wasserstoff und Arsen, welches letztere sich als glänzender Metallring im kälteren Theil der Röhre ansetzt. Entzündet man es, so verbrennt es mit bläulicher Flamme zu Wasser und arseniger Säure. Kühlt man aber die Flamme durch eine hineingehaltene Porzellanplatte oder drgl. ab, so verbrennt vorzugsweise der Wasserstoff, während das Arsen sich in Gestalt eines braunschwarzen glänzenden Metallspiegels auf der Platte absetzt. — Diese Eigenschaften des Arsenwasserstoffes lassen es leicht erkennen; und da sich die arsenige Säure (auch wenn sie mit vielen anderen Körpern gemischt ist) leicht in Arsenwasserstoff überführen läßt, so benutzt man in der chemischen Analyse dieses Verhalten häufig zur Nachweisung des Arsens (Marsh'sche Methode).

Das Arsenwasserstoffgas entwickelt sich auch zuweilen in Zimmern, welche feuchte Wände haben und mit Tapeten ausgekleidet sind, deren Farben arsenhaltig sind (das schöne Schweinfurter und Mineralgrün sind arsenigsaure Kupferoxydverbindungen). In solchen Räumen bemerkt man einen eigenthümlichen Geruch. Das Bewohnen derselben ist sehr nachtheilig.

12. Chrom.

§. 154.

Das Chrom kommt in der Natur niemals rein, ziemlich selten in Verbindungen vor. Die bekannteste ist der Chromeisenstein (Chromoxyd-Eisenoxydul). — Vom Chrom merken wir uns, daß einige seiner Verbindungen in der Färberei, Kattundruckerei und als Malerfarben ausgedehnte Anwendung finden; namentlich das neutrale (gelbe) und saure (rothe) chromsaure Kali, und das neutrale (gelbe) und basische (rothe) chromsaure Bleioxyd (Chromgelb und Chromroth). — Das neutrale chromsaure Bleioxyd wird auch zuweilen bei organischen Elementaranalysen gebraucht. Seine Darstellung kann ferner, da es in Wasser und verdünnten Säuren unlöslich und von ausgezeichneter Farbe ist, zur Entdeckung des Bleies dienen; denn bringt man zu einer, auch verdünnten, Bleilösung eine Auflösung von chromsaurem Kali, so entsteht die Verbindung sogleich in Gestalt eines lebhaft gelben Niederschlages.

Zweite Gruppe der schweren Metalle.

Edle Metalle.

1. Quecksilber.

§. 155.

Das Quecksilber findet sich in der Natur (nicht in großer Menge) sowohl gediegen als vererzt, am häufigsten als Zinnober (Schwefelqueckſilber). Man erhält es aus letzterem durch Erhitzen desſelben mit Kalk in großartigen Destillationsapparaten. Es bildet sich Schwefelcalcium und schwefelsaurer Kalk, welche zurückbleiben, und Quecksilberdampf, der entweicht, und abgekühlt flüssiges Quecksilber liefert. Das Quecksilber ist von allen Metallen das einzige, welches bei gewöhnlicher Temperatur flüssig ist. Es erstarrt erst bei — 40° C. Bei 360° siedet es. Das spec. Gewicht des flüssigen Quecksilbers ist 13,6. Dasselbe ist weiß und zeigt ganz blanke, spiegelnde Oberfläche. Sein Aequivalent ist 1250,9. Sein Zeichen Hg (Hydrargyrum). — Für uns ist es deshalb von Interesse, weil es sowohl in reiner Form als auch in Verbindungen eine ganze Reihe der wirksamsten Arzeneimittel abgiebt. Ein Theil derselben gehört zu den heftigsten Giften, — alle zu den starkwirkenden Mitteln. Die wichtigsten derselben sind: 1) die graue Quecksilbersalbe (durch längeres Zusammenreiben mit Fett darin äußerst fein zertheiltes metallisches Quecksilber); 2) das Quecksilberoxyd (HgO), der rothe unlösliche Körper, den wir bereits bei der Darstellung des Sauerstoffs, §. 20, kennen gelernt haben. Man erhält dasselbe entweder, indem man Quecksilber mehrere Monate lang in einer hohen, oben offenen Flasche bei einer seinem Siedepunkte naheliegenden Temperatur erhält; oder, indem man Quecksilber in heißer, wässeriger Salpetersäure löst (was unter Entwicklung von Stickoxydgas und Bildung von salpetersaurem Quecksilberoxyd erfolgt), die Lösung abdampft und das rückständige Salz gelinde erhitzt. (Die zweite, niedrigere Oxydationsstufe des Quecksilbers, das Quecksilberoxydul (Hg_2O), ein schwarzes Pulver, ist als Arzeneimittel kaum mehr in Gebrauch.) — 3) Das Quecksilberchlorid (ätzender Quecksilbersublimat), HgCl, ein weißes, in Wasser lösliches, ätzendes, sehr giftiges, ohne Zersetzung flüchtiges Salz, welches sowohl durch Erhitzen von Quecksilber in Chlorgas, als durch Auflösen des Oxyds

in Salzsäure und nach verschiedenen anderen Methoden dargestellt werden kann. — 4) Das Queckſilberchlorür (Calomel, mildes oder versüßtes Queckſilber), Hg_2Cl, eine weiße, in Wasser unlösliche, als Arzeneimittel in hoher Achtung stehende, milder wirkende Verbindung, welche entweder durch Vermischen einer Queckſilberoxydullösung mit Kochsalz und Auswaschen des erhaltenen Niederschlages, oder durch Erhitzen eines Gemenges von 1 Aeq. Queckſilberchlorid mit 1 Aeq. Queckſilber dargestellt wird. — 5) das Schwefelqueckſilber (Zinnober), HgS, ein schwärzlichrother kryſtalliniſcher Körper, welcher ein prächtig hochrothes, auch als Malerfarbe viel gebrauchtes, Pulver giebt, in Wasser unlöslich, milde wirkend und sublimirbar iſt. Es kommt in der Natur vor und wird künſtlich durch Zuſammenſchmelzen von Schwefel mit Queckſilber und Sublimiren (und auch auf andere Art) erhalten. — 6) das Queckſilberchlorid — Queckſilberamid (weißer Queckſilberniederſchlag), $HgCl, HgNH_2$, durch Fällen von Queckſilberchloridlöſung mit Salmiakgeiſt zu erhalten, ein weißes, in Waſſer unlösliches, sehr giftig wirkendes, meiſt äußerlich angewendetes Präparat.

Das Queckſilber findet außerdem eine mannigfache Anwendung im Leben, z. B. zur Füllung der Barometer und Thermometer, ferner in der Chemie zum Auffangen in Wasser löslicher Gaſe. — Seine Verbindungen mit anderen Metallen heißen Verquickungen (Amalgame). Das Zinnamalgam dient zur Anfertigung der Glasſpiegel.

2. Silber.

§. 156.

Das Silber kommt in der Natur gediegen, häufiger aber als Schwefelſilber (oft im Bleiglanz), ſeltener in Verbindung mit Chlor, Jod, Brom ꝛc., niemals als Oxyd vor. — Man gewinnt es, je nach der Art ſeines Vorkommens, auf sehr verſchiedene Weiſe, z. B. indem man es zuerſt mit Blei vereinigt und dieſes dann auf dem Treibherd ſchmilzt, durch zugeblaſene Luft oxydirt und das geſchmolzene Oxyd (die Glätte) abfließen oder in den Herd ſickern läßt, — oder indem man das Silber zuerſt mit Queckſilber verbindet, das Amalgam von der Gangart trennt und durch Deſtillation wieder zerſetzt, wobei das Queckſilber in der Vorlage wieder erhalten wird, während das Silber zurückbleibt.

Das reine Silber iſt von allen Metallen das weißeſte und zeigt ſchönen Glanz. Es iſt mäßig hart, überaus ſtreck- und dehnbar, von 10,5 ſpec. Gewicht, an der Luft und im Waſſer auch beim Er-

hitzen nicht veränderlich, in starker Glühhitze schmelzend, nur in der höchsten verdampfend. Sein Aequivalent ist 1349,66. Sein Zeichen Ag (vom lateinischen Argentum). Es dient, wie bekannt, zur Anfertigung von Geräthschaften und vorzugsweise zu Münzen. Man verwendet jedoch zu diesen Zwecken niemals reines Silber (dieses würde sich zu schnell abgreifen), sondern mit Kupfer legirtes. Im Handel heißt reines Silber 16löthig (weil eine Mark, gleich 16 Loth, wirklich 16 Loth Silber enthält); sind 15 Loth Silber mit 1 Loth Kupfer verbunden, so heißt das Silber 15löthig, sind 14 Loth Silber mit 2 Loth Kupfer verbunden, 14löthig u. s. w. — In verschiedenen Staaten sind verschiedene Legirungen vorgeschrieben. — In der Regel verwendet man 12 — 14löthiges, die französischen Münzen sind 14,4löthig.

Erwärmt man Silber mit verdünnter Salpetersäure, so entwickelt sich Stickoxydgas und das Silber löst sich. Dampft man die Lösung ab, so erhält man schöne weiße Krystalle von salpetersaurem Silberoxyd (AgO,NO_5), welche in der Hitze ohne Zersetzung schmelzen. Das geschmolzene und durch Eingießen in stählerne Formen in Stängelchen gestaltete salpetersaure Silberoxyd (Höllenstein) wird in der Wundarzeneikunde sehr häufig als Aetzmittel angewendet. — In Wasser löst sich das salpetersaure Silberoxyd leicht; organische Körper, z. B. die Haut, Leinwand ꝛc., damit befeuchtet und dem Lichte ausgesetzt, werden (durch reducirtes Silber) dauerhaft schwarz gefärbt. Hierauf beruht die Wirkung der sogenannten chemischen Tinte.

Vermischt man eine Lösung von salpetersaurem Silberoxyd mit Salzsäure oder mit der Lösung eines Chlormetalles, so entsteht sogleich ein weißer käsiger Niederschlag von Chlorsilber ($AgCl$), der in Wasser und wässeriger Salpetersäure unlöslich, in wässerigem Ammon dagegen löslich ist, am Lichte unter Abgabe von einem sehr geringen Theil des Chlors zuerst violett, endlich schwarz wird und in gelinder Glühhitze ohne Zersetzung schmilzt. Das salpetersaure Silberoxyd giebt uns daher ein treffliches Mittel an die Hand zur Entdeckung und Gewichtsbestimmung der Chlorwasserstoffsäure und des Chlors in Chlormetallen; umgekehrt dienen diese zur Entdeckung und zur Gewichtsbestimmung des Silbers, sowie zur Scheidung desselben von anderen Metallen.

Leitet man in eine Auflösung des salpetersauren Silberoxyds Schwefelwasserstoff, so erhält man einen braunschwarzen Niederschlag von Schwefelsilber (AgS). Dieselbe Verbindung findet sich in der Natur (Silberglanz) und bildet sich, wenn Silber mit Schwefelwas-

ferstoff in Berührung kommt, an der Oberfläche, daher das Anlaufen silberner Geräthschaften, wenn Abtritte gereinigt werden ꝛc.

Vermischt man eine Auflösung von salpetersaurem Silberoxyd mit Kalkwasser, so schlägt sich Silberoxyd (AgO) in Gestalt eines bräunlichen Pulvers nieder. Uebergießt man dasselbe mit sehr starkem Salmiakgeist, so bildet sich eine schwarze pulverige oder krystallisirte Verbindung, die schon bei der geringsten Veranlassung mit äußerster Heftigkeit explodirt (Berthollet's Knallsilber). Ihre Zusammensetzung ist noch nicht genau bekannt, ihre Darstellung höchst gefährlich.

3. Gold.

§. 157.

Das Gold findet sich in der Natur fast nur gediegen, sehr verbreitet, z. B. im Sand des Rheines und vieler Flüsse, aber nicht in großer Menge, — meist rein, zuweilen legirt mit Silber und anderen Metallen. — Die Gewinnung des Goldes ist abhängig von seinem Vorkommen. In der Regel verbindet man es mit Quecksilber oder Blei und trennt es dann von diesen, wie beim Silber angegeben. — Aus goldhaltigem Silber gewinnt man es durch den sogenannten Affinirungsproceß. Derselbe besteht darin, daß man die Legirung in einem Platinkessel mit Schwefelsäurehydrat kocht. Das Silber löst sich und wird aus der Flüssigkeit durch metallisches Kupfer wieder niedergeschlagen, das Gold bleibt zurück.

Das Gold ist ein hochgelbes Metall von lebhaftem Glanz, weich, überaus dehn- und streckbar, schwerer schmelzbar als Silber, in den höchsten Temperaturen kaum flüchtig. An der Luft und im Wasser bei allen Temperaturen unveränderlich. Einfache Säuren (Salpetersäure, Schwefelsäure, Salzsäure) greifen es nicht an, wohl aber Chlor, welches sich damit zu löslichem Goldchlorid ($AuCl_3$) vereinigt. Die Lösung desselben entsteht auch beim Behandeln des Goldes mit einer Mischung von Salzsäure und Salpetersäure, daher eine solche den Namen Königswasser führt, denn das Gold nannte man sonst häufig den König der Metalle. — Sein spec. Gewicht ist 19,3, sein Aequivalent 2458,83, sein Zeichen Au (von dem lateinischen Namen Aurum). Zu Sauerstoff hat es nur eine sehr geringe Verwandtschaft und läßt sich mit demselben nur auf indirectem Wege verbinden.

Man benutzt das Gold, wie bekannt, zur Darstellung von Geräthschaften und Münzen, verwendet es jedoch hierzu nicht rein (es würde sich zu schnell abgreifen), sondern legirt mit Silber (weiße Karatirung), oder Kupfer (rothe Karatirung), oder mit Silber und

Kupfer (gemischte Karatirung). Reines Gold heißt 24karatig (weil in 1 Mark, = 16 Loth oder 24 Karat, 24 Karat Gold sind), 23-, 22-, 21 ꝛc. karatig heißt es hingegen, wenn in 1 Mark nur 23, 22 oder 21 Karat reines Gold enthalten sind.

4. Platin.

§. 158.

Das Platin findet sich nicht verbreitet und nur in mäßiger Menge in der Natur, namentlich in Südamerika und am Ural, nur gediegen, meist in Verbindung mit anderen Metallen (Palladium, Iridium, Osmium, Rhodium, Kupfer, Eisen). Es ist ein mäßig hartes, bläulichweißes, sehr dehn- und streckbares, nur in den höchsten Temperaturen schmelzendes Metall; es widersteht den Einflüssen der Luft, des Wassers und der einfachen Säuren bei allen Temperaturen vollkommen und eignet sich daher sehr gut zu chemischen Geräthschaften. Sein spec. Gewicht ist 21,5; sein Aequivalent 1233,5; sein Zeichen Pt. Chlor und Königswasser wirken darauf wie auf Gold und erzeugen Platinchlorid ($PtCl_2$), ein braunes, zerfließliches, in Wasser lösliches Salz. Vermischt man seine Lösung mit einer Auflösung von Chlorkalium oder Chlorammonium, so erhält man gelbe, in Wasser schwer, in Weingeist nicht lösliche Niederschläge von Kaliumplatinchlorid ($PtCl_2$, KCl) und Ammoniumplatinchlorid oder Platinsalmiak ($PtCl_2, NH_4Cl$); daher ist die Auflösung des Platinchlorids häufig in Gebrauch zur Gewichtsbestimmung des Ammons, sowie zur Erkennung, Gewichtsbestimmung und Scheidung des Kali's. (Das Natriumplatinchlorid ist in Wasser und Weingeist leicht löslich). — Auf die Darstellung des Platinsalmiaks gründet man in der Regel auch die des Platins im Großen, denn wenn man denselben glüht, so entweicht Chlor und Chlorammonium, und das Platin bleibt zurück, und zwar in Gestalt einer porösen grauen Masse als sogenannter Platinschwamm, der gepreßt und glühend gehämmert schmiedbares Platin liefert. — Der Platinschwamm hat in Folge seiner bedeutenden Porosität die Eigenschaft, Gase an seiner Oberfläche zu verdichten und so die Verbindung mancher zu bewirken, die sich sonst nicht oder nicht schnell verbinden (schweflige Säure und Sauerstoff, §. 44, Sauerstoff und Wasserstoff, §. 25). Auf letztere Eigenschaft sind die Wasserstoffgas-Zündmaschinen gegründet, bei denen bekanntlich Wasserstoffgas, mit etwas Luft gemengt, gegen ein Platinschwämmchen strömt. In noch feinerer Zertheilung erhält man das Platin, wenn man dasselbe aus einer Lösung niederschlägt, z. B. wenn man Platinchloridlösung mit Zink

in Berührung bringt. In dem Falle entsteht lösliches Chlorzink und das Platin scheidet sich als feines schwarzes Pulver (Platinmohr) aus. Derselbe zeigt die eben erwähnten Eigenschaften des Platinschwamms in noch höherem Grade.

Anhang zum zweiten Abschnitte.

Die natürlichen Gewässer.

Wir haben oben, §. 27, Regen-, Quell-, Fluß-, Meerwasser u. s. w. im Allgemeinen betrachtet und gesehen, daß ihre Verschiedenheit bedingt wird durch die Art und Menge der im Wasser aufgelösten Gase, Salze ꝛc. — Wir gehen jetzt, nachdem wir die darin vorkommenden Körper kennen gelernt haben, zur specielleren Betrachtung dieses für uns so wichtigen Gegenstandes über.

I. Regenwasser, Schneewasser, Thau, Reif ꝛc.

§. 159.

Das aus der Atmosphäre in flüssigem oder festem Zustande niederfallende oder sich an kältere Gegenstände niederschlagende Wasser ist begreiflicherweise von allen natürlichen Gewässern das reinste. Was es enthält, läßt sich leicht erschließen, denn wir kennen ja die Bestandtheile der Luft und das Auflösungsvermögen des Wassers. — Die aufgelösten Gase erhält man, wenn man das Regenwasser in einem ganz damit angefüllten Kolben kocht, dessen Oeffnung im genau schließenden Korke eine Röhre enthält, welche die entwickelten Gase in eine mit Quecksilber gefüllte und durch Quecksilber gesperrte Glasglocke leitet. Im Durchschnitt liefern 100 Raumtheile Regenwasser 2,5 Raumtheile eines aus Sauerstoff, Stickstoff und Kohlensäure bestehenden Gasgemenges, welches in der Regel 31 Volumproc. Sauerstoff und 2 bis 3 Volumproc. Kohlensäure enthält, also an beiden, vorzugsweise aber an Kohlensäure, weit reicher ist als atmosphärische Luft. — 100 Raumtheile Schneewasser lieferten 3,3 Raumtheile eines aus 30,12 Vo-

lumprocenten Sauerstoff, 68,85 Stickstoff und 1,03 Kohlensäure bestehenden Gasgemenges. — Das Regenwasser enthält außerdem stets Spuren von kohlensaurem Ammon, wovon man sich überzeugen kann, wenn man eine bedeutende Quantität mit etwas Salzsäure oder Schwefelsäure ansäuert und abdampft. Im Rückstand bekommt man alsdann eine geringe Portion Chlorammonium oder schwefelsaures Ammon. — Ueber die Menge des kohlensauren Ammons im Regenwasser fehlen genaue Angaben. — Nach Gewittern enthält das Regenwasser geringe Spuren von salpetersaurem Ammon (dessen Salpetersäure beim Durchschlagen der Blitze durch die Atmosphäre aus dem Stickstoff und Sauerstoff derselben entstanden ist). Das Regenwasser reißt ferner die in der Luft schwebenden Staubtheilchen u. s. w. mit nieder. Die Menge derselben ist begreiflicherweise sehr verschieden, je nachdem es lange nicht geregnet hat, je nach der Stärke des Windes u. s. w. — Durch die Berührung mit dem atmosphärischen Staube, sowie durch Aufnahme der in der Atmosphäre enthaltenen organischen Aushauchungen bekommt das Regenwasser häufig einen geringen Gehalt an organischen Materien, daher es mit etwas salpetersaurer Silberlösung vermischt und dem Sonnenlichte ausgesetzt eine Reduction des Silbers bewirkt. Der Gehalt des Regenwassers an organischen Materien giebt sich in der Regel auch dadurch bald zu erkennen, daß es beim Aufbewahren einen fauligen Geschmack und Geruch annimmt. — In der Nähe der Meeresküste endlich enthält bei starkem Seewind das Regenwasser oft deutlich nachweisbare Spuren der Seesalze, wie sich dies aus dem im §. 62 Gesagten leicht erklärt.

Das Regenwasser enthält, rein aufgefangen, namentlich wenn man das Auffangen nicht gleich beim Beginn des Regens vornimmt, die angeführten Stoffe in so geringer Menge, daß es von destillirtem Wasser kaum oder nicht unterscheidbar ist und fast zu allen Zwecken dienen kann, wozu reines Wasser von Nöthen.

II. Quellwasser, Brunnenwasser.

§. 160.

Wenn man bedenkt, wie verschieden die Erdschichten sind, welche von dem in die Erde eingedrungenen Regenwasser durchsickert werden, — ferner wie ungleich lange das Wasser in der Erde bleibt, ehe es durch eigenen Druck oder auf andere Art wieder zu Tage kommt, so gelangt man mit Sicherheit zu dem Schlusse, daß das

Wasser der verschiedenen Quellen eine große Mannigfaltigkeit darbieten müsse nach Art und Menge der darin aufgelösten Bestandtheile. — Dieser Schluß wird durch die Erfahrung auf's Vollkommenste bestätigt.

Was zunächst die Gase betrifft, so finden wir das meiste Quellwasser mehr oder weniger reich an Kohlensäure (welche im Boden vorzugsweise durch langsame Oxydation organischer Materien erzeugt wird), dagegen in der Regel ärmer an Sauerstoff und Stickgas als das Regenwasser. Auch findet man darin das Sauerstoffgas meist im Verhältniß zum Stickgas in geringerer Menge als im Regenwasser, ja häufig als in der atmosphärischen Luft. Es rührt dies daher, daß ein Theil des in Auflösung gewesenen Sauerstoffs zur Oxydation von organischen Substanzen, von Eisenoxydulsalzen u. s. w. verwendet worden ist. — Dem Gehalt an freier Kohlensäure verdankt das Quellwasser seinen erfrischenden Geschmack; lange mit der Luft in Berührung gewesenes Quellwasser (aus welchem die aufgenommene Luft die Kohlensäure großentheils ausgetrieben hat) oder gekochtes Wasser schmeckt daher fade.

Was den Gehalt an festen Bestandtheilen betrifft, so ist derselbe nach Art und Menge äußerst verschieden. Manche Quellwasser, vorzugsweise die aus Granit-, Gneis-, Glimmerschiefer- und Sandstein-Formation entspringenden, sind fast frei davon, andere (die Mineral- und Soolquellen) enthalten bis zu 4 Proc. Salze. Zwischen diesen Grenzpunkten finden sich alle erdenklichen Uebergänge. Im Allgemeinen aber kann man annehmen, daß die zum Trinken benutzten Quell- und Brunnenwasser in 1000 Theilen $\frac{1}{3}$ bis 2 Theile Salze, d. i. im Pfund 2,5 bis 15 Gran, enthalten.

Die in Quell- und Brunnenwasser enthaltenen Salze ꝛc. sind entweder bloß durch das Wasser aufgelöst, oder aber durch Vermittelung freier Kohlensäure. Die meisten Quellwasser enthalten Salze ꝛc. jener und dieser Art. Die in der Regel vorkommenden sind folgende:

In Wasser an und für sich lösliche.	Durch freie Kohlensäure gelöste.
Chlornatrium	Kohlensaurer Kalk
Chlormagnesium	Kohlensaure Magnesia
Chlorcalcium	Phosphorsaurer Kalk.
Schwefelsaure Magnesia	
Schwefelsaurer Kalk	
Schwefelsaures Kali	
Chlorammonium	
Kieselsäurehydrat.	

Außerdem finden sich öfters Spuren von Eisensalzen, in Städten

und Dörfern öfters salpetersaure Salze (durch Einsickerung aus Jauchengruben ꝛc.), ferner sehr häufig geringe Mengen von organischen Substanzen. Letztere veranlassen, daß vieles Quellwasser bei längerem Aufbewahren fauligen Geschmack und Geruch annimmt, und daß solches, welches schwefelsaure Salze enthält, bei Abschluß der Luft einen geringen Gehalt an Schwefelwasserstoff bekommt. (Die organischen Substanzen reduciren nämlich unter solchen Umständen die schwefelsauren Salze zu Schwefelmetallen. Diese aber werden von der vorhandenen Kohlensäure unter Abscheidung von Schwefelwasserstoff und Bildung kohlensaurer Salze zersetzt.)

Fließende Quellen sind, aus leicht einzusehenden Gründen, unter sonst gleichen Verhältnissen an Salzen ꝛc. ärmer, als durch Hahnen abgeschlossene, oder als Pumpbrunnen, — häufig gebrauchte Brunnen weniger reich, als selten benutzte.

Bleibt Wasser, welches durch Vermittelung von Kohlensäure gelöste Salze enthält, längere Zeit an der Luft stehen, wird es gekocht, oder verliert es auf irgend eine andere Art seine Kohlensäure, so bildet sich darin ein Niederschlag (Sinter, Kesselstein), indem sich der kohlensaure Kalk u. s. w. in dem Maße abscheidet, in welchem die Kohlensäure entfernt wird. — Beim Einkochen gypshaltigen Wassers schlägt sich mit dem kohlensauren Kalk der schwer lösliche schwefelsaure nieder.

Enthält ein Quellwasser so viel gasförmige oder feste Bestandtheile, daß dadurch sein Geschmack verändert wird, und es eine bestimmte medicinische Wirkung bekommt, so nennen wir es, wie oben (§. 27) bereits bemerkt, ein Mineralwasser.

Je nach der Tiefe, aus welcher dieselben kommen, zeigen sie verschiedene Temperatur. Manche (die aus großen Tiefen zu Tage kommenden) sind heiß oder warm (z. B. das Wiesbadener Kochbrunnenwasser 56° R.), andere kalt. Die heißen und warmen heißt man Thermen. Je nach den in den Mineralwassern vorwaltenden gasförmigen Bestandtheilen unterscheidet man Säuerlinge (an Kohlensäure reiche Quellen) und Schwefelquellen (Schwefelwasserstoff enthaltende Wasser); je nach den vorwaltenden festen Bestandtheilen heißen die Mineralwasser salinisch, alkalisch, bittersalzig, eisenhaltig u. s. w. Ein Mineralwasser ist reich an Salzen, wenn es 1 bis 3 Proc. enthält, d. i. im Pfund 70 bis 140 Gran. — An Kohlensäure reiche Wasser enthalten 30—40 und mehr Cubikzolle im Pfund.

III. Bachwasser, Flußwasser.

§. 161.

Aus an der Oberfläche der Erde abfließendem Regen- und

Schneewasser, welches sich mit Quellwasser vereinigt, entstehen Bäche und Flüsse. Das Wasser derselben muß demnach in der Mitte stehen zwischen dem Regenwasser und Quellwasser; es muß bald jenem, bald diesem mehr gleichkommen, je nachdem es seinen Ursprung vorzugsweise Tagewassern oder Quellwassern verdankt.

Die Quantität und das relative Verhältniß der aufgelösten Gase (Sauerstoff, Stickstoff, Kohlensäure) ist beim Flußwasser etwa wie beim Regenwasser; von den durch Quellwasser zugeführten Salzen schlägt sich häufig ein Theil der durch freie Kohlensäure gelösten nieder (Sinter in Mühlenkanälen), weil beim Fließen an der Luft die Kohlensäure theilweise durch sich lösendes Sauerstoff- und Stickstoffgas ausgetrieben wird. — In der Regel ist das fließende Wasser sehr arm an Salzen ꝛc. und enthält in 1000 Theilen etwa 0,2 bis 0,4 Theile, d. i. im Pfund 1,5 bis 3 Gran. Als Beispiel führe ich die Analyse des Rheinwassers (geschöpft bei Emmerich) von Müller an:

Dasselbe enthält:

	in 1 Pfd. = 16 Unzen = 7680 Gran:		in 1000 Theilen:	
Schwefelsauren Kalk . .	0,250	Gran	0,0325	Theile
Schwefelsaure Magnesia .	0,200	»	0,0260	»
Chlornatrium	0,050	»	0,0065	»
Kieselsäure	0,125	»	0,0163	»
Thonerde	0,150	»	0,0195	»
Kohlensaures Eisenoxydul .	0,060	»	0,0078	»
Kohlensaure Kalkerde . .	0,650	»	0,0846	»
Kohlensaure Magnesia . .	0,330	»	0,0430	»
Kohlensaures Manganoxydul	0,030	»	0,0039	»
Quellsäure	0,015	»	0,0019	»
Organische Substanzen . .	0,350	»	0,0456	»
Quellsatzsäure, Ammonsalze, Kalisalze	Spuren			
Summa	2,210	Gran.	0,2876	Theile.

IV. Meerwasser.

§. 162.

Von allen natürlichen Gewässern an aufgelösten Salzen ꝛc. das reichste muß begreiflicherweise das Meerwasser sein, denn dort sammeln sich die Salze aller Quellen und Flüsse, überhaupt alle

löslichen Substanzen des Erdbodens, — dort bleibt das Wasser in steter Berührung mit dem Boden, — dort häufen sich die Salze an, denn nur das reine Wasser verdunstet. Von dem großen Salzgehalt des Meerwassers überzeugt man sich denn auch sogleich, wenn man es versucht. Es schmeckt bitter und stark salzig, sehr ähnlich manchen salinischen Mineralwassern. — Die darin enthaltenen Salze sind in der Hauptsache dieselben, welche wir in den Quellwassern treffen, vorzugsweise Chlornatrium, Chlormagnesium, schwefelsaure Magnesia, kohlensaurer Kalk, kohlensaure Bittererde, Chlorkalium, Brom- und Jodmagnesium, organische Materien. — Von Gasen finden wir die gewöhnlichen (Sauerstoff, Stickstoff, Kohlensäure) zuweilen Schwefelwasserstoff. Ihre Menge übersteigt selten 2 Proc. vom Volumen des Wassers. Die aufgelöste Luft enthält nur wenig Sauerstoff (4 — 6 Volumproc.), dagegen viel Kohlensäure (8—50 Volumproc.). — Die Quantität der Salze ist verschieden, beträgt aber in der Regel etwa 3 — 4 Proc. — Im großen Ocean ist der Salzgehalt des vom Grunde des Meeres genommenen Wassers nur wenig größer, als der des an der Oberfläche geschöpften (Verhältniß nach Durondeau 3,5 : 3,4), im Mittelländischen Meere und anderen abgeschlosseneren Meeresabtheilungen aber zeigt sich in dieser Hinsicht ein großer Unterschied. (Wollaston fand im Wasser des Mittelländischen Meeres aus 400 Fuß Tiefe 4 Proc., in solchem aus 670 Fuß Tiefe 17,3 Proc. Salze.)

Beispielsweise mögen folgende Analysen des Meerwassers hier eine Stelle finden.

100 Theile enthalten:

	Mittelländisches Meer. (Laurent.)	Nordsee. (Clemm.)	Todtes Meer. (C. G. Gmelin.)
Chlornatrium	2,722	2,484	7,0777
Chlormagnesium	0,614	0,242	11,7734
Schwefelsaure Magnesia	0,702	0,206	— —
Chlorcalcium	—	—	3,2141
Kohlensaure Magnesia	0,019	—	— —
Kohlensauren Kalk	0,001	—	— —
Schwefelsauren Kalk	0,015	0,120	0,0527
Chlorkalium	0,001	0,135	1,6738
Chloraluminium	—	—	0,0896
Chlormangan	—	—	0,2117
Chlorammonium	—	—	0,0075
Brommagnesium	Spuren	Spuren	0,4393
	4,074	3,187	24,5398.

Außerdem finden sich Spuren von Jodmetallen und organische Substanzen.

Anwendung der natürlichen Gewässer.

§. 163.

Wie wichtig das Wasser im ganzen Haushalte der Natur, sowie in dem der Menschen ist, weiß Jedermann. Es ist unentbehrlich als Getränk, unentbehrlich zur Unterhaltung des Pflanzenwachsthums, unentbehrlich als Reinigungsmittel, unentbehrlich zu hundert anderen Dingen. — Nicht jedes Wasser aber eignet sich zu den verschiedenen Anwendungen. Wir können Meerwasser nicht trinken, auch Regenwasser behagt uns nicht. — Mit dem Wasser der meisten Quellen läßt sich nicht gut waschen, es eignet sich nicht zum Weichkochen von Hülsenfrüchten, zum Bierbrauen u. s. w. — Die Art und Menge seiner Bestandtheile hat demnach auf die Anwendbarkeit des Wassers den bedeutendsten Einfluß. — Man unterscheidet im Leben, wie bereits oben (§. 27) bemerkt, hartes (an Salzen reiches) und weiches (an Salzen armes) Wasser.

Aus dem bisher Mitgetheilten wissen wir von vorn herein, daß Regen- und Flußwasser weiches, sowie daß das Meerwasser immer hartes Wasser ist. Quellwasser aber kann hart oder weich sein. Nur eine Prüfung kann dies entscheiden. — Nichts ist einfacher, als diese vorzunehmen. Man braucht bloß zu dem Wasser etwas Seifenspiritus (eine Auflösung von Seife in schwachem Weingeist) zu gießen, um die Frage zu entscheiden. Entsteht nämlich dadurch im Wasser ein starker Niederschlag, so ist es hart (richtiger: reich an Kalk- und Magnesiasalzen), entsteht dadurch kein oder nur ein ganz schwacher Niederschlag, auch wohl bloß eine Trübung, so ist das Wasser weich. — Auf die Erklärung dieser Erscheinung werden wir unten bei der Seife zurückkommen, auf die genauere Analyse eines Wassers aber in der Abtheilung V.

Da wir den Einfluß des Wassers auf die Pflanzenernährung, sowie die Eigenschaften, welche ein Wasser zum Bierbrauen ꝛc. geeignet machen, unten besprechen werden, so haben wir uns hier nur noch mit dem Wasser zu beschäftigen, was zum unmittelbaren Genuß für Menschen und Thiere bestimmt ist. — Ein gutes Trinkwasser muß vollkommen klar, geruchlos und erfrischend sein. Es habe keinen besonderen Geschmack, sei also weder süßlich (schwefelsaurer Kalk), noch bitter (Magnesiasalze) u. s. w., denn alle einen solchen bestimmten Geschmack besitzenden Wasser haben in Folge eines

bedeutenderen Gehalts an einzelnen Salzen eine bestimmte medicinische Wirkung, die zwar einem Kranken heilsam, einem Gesunden aber bei andauerndem Genuß nicht zuträglich sein kann. — Schmeckt ein Wasser faulig, so enthält es organische, in Zersetzung begriffene Substanzen und ist zum Trinken ungeeignet. — Fließende Quellen und stark gebrauchte Brunnen liefern im Allgemeinen gesunderes Wasser, als solche, in welchen das Wasser lange steht. — Zu Wasserleitungen eignen sich keinerlei Röhren so gut, als solche von Steinzeug, wie sie jetzt z. B. im Nassauischen (Gerz und Sohn zu Höhr, Amt Montabaur) gefertigt werden. — Was bei Anwendung von Bleiröhren zu bemerken ist, wurde bereits oben (§. 146) mitgetheilt.

Ueberblick über die zweite Abtheilung.

I.

Zusammenstellung der betrachteten Elemente und Verbindungen nach ihrer Grundlage.

A. Metalloide.

Namen:	Zeichen:
1. Sauerstoff	O
2. Wasserstoff	H
Wasser	HO
Wasserstoffsulphid (Schwefelwasserstoff)	HS
3. Stickstoff	N
Stickoxydul	NO
Stickoxyd	NO_2
Salpetrige Säure	NO_3
Untersalpetersäure	NO_4
Salpetersäure (nicht darstellbar) .	NO_5
Salpetersäurehydrat	NO_5, HO
Amid (nicht darstellbar)	NH_2
Ammoniak	NH_3
Ammonium (nicht darstellbar) . .	NH_4
Ammoniumoxyd (Ammon) . . .	$NH_4 . O$
Kohlensaures Ammon (neutral.)	$NH_4 . O, CO_2$
Kohlensaures Ammon ($1\frac{1}{2}$ fach)	$2NH_4 . O, 3CO_2$
Kohlensaures Ammon (2 fach)	$NH_4 . O, CO_2 + HO, CO_2$
Salpetersaures Ammon . . .	$NH_4 . O, NO_5$
Schwefelsaures Ammon . . .	$NH_4 . O, SO_3$
Schwefelammonium	$NH_4 . S$
Wasserstoffsulphid-Schwefelammonium	$NH_4 . S, HS$
Chlorammonium (Salmiak) . .	$NH_4 . Cl$
4. Kohlenstoff	C
Kohlenoxyd	CO
Oxalsäure (nicht darstellbar) . . .	$C_2 O_3$

Namen:	Zeichen:
Oxalsäurehydrat	$C_2 O_3$, HO
Kohlensäure	CO_2
Schweres Kohlenwasserstoffgas	CH
Leichtes » » » »	CH_2
Cyan	C_2 N (Cy)
Cyanwasserstoff (Blausäure)	Cy H
5. Bor	B
Borsäure	BO_3
Borsäurehydrat	BO_3, HO
6. Kiesel	Si
Kieselsäure	Si O_2
Kieselsäurehydrat	Wassergehalt unbekannt.
Fluorkiesel	Si Fl_2
7. Schwefel	S
Schweflige Säure	SO_2
Schwefelsäure	SO_3
Schwefelsäurehydrat	SO_3, HO
Rauchende Schwefelsäure	2 SO_3, HO (etwa)
8. Phosphor	P
Phosphoroxyd	P_2 O
Phosphorige Säure	PO_3
Phosphorsäure	PO_5
Metaphosphorsäurehydrat	PO_5, HO
Pyrophosphorsäurehydrat	PO_5, 2 HO
Phosphorsäurehydrat	PO_5, 3 HO
Phosphorwasserstoff, fester	PH
» » flüssiger	PH_2
» » gasförmiger	PH_3
9. Chlor	Cl
Unterchlorige Säure	Cl O
Chlorsäure (nicht isolirbar)	Cl O_5
Chlorwasserstoff (Salzsäure)	Cl H
10. Brom	Br
11. Jod	J
12. Fluor	Fl
Fluorwasserstoff (Flußsäure)	Fl H

B. Metalle.

1. Kalium	K
Kaliumoxyd (Kali)	KO
Kaliumoxydhydrat	KO, HO
Kohlensaures Kali, neutrales	KO, CO_2
Kohlensaures Kali, saures	KO, CO_2 + HO, CO_2
Oxalsaures Kali, neutrales	KO, $C_2 O_3$
Oxalsaures Kali, zweifach	KO, $C_2 O_3$ + HO, $C_2 O_3$

Namen:	Zeichen:
Salpetersaures Kali (Salpeter)	KO, NO_5
Kieselsaures Kali, neutrales . .	$KO, Si\,O_2$
» » » , vierfach . .	$KO, 4\,Si\,O_2$
Schwefelsaures Kali (neutrales) .	KO, SO_3
Schwefelsaures Kali (saures) .	$KO, SO_3 + HO, SO_3$
Phosphorsaures Kali, saures . .	$PO_5, KO, 2\,HO$
» » » , neutrales .	$PO_5, 2\,KO, HO$
» » » , basisches .	$PO_5, 3\,KO$
Chlorsaures Kali	$KO, Cl\,O_5$
Schwefelkalium, einfach	KS
Wasserstoffsulphid-Schwefelkalium	KS, HS
Schwefelkalium, dreifach	KS_3
» » » , fünffach	KS_5
Chlorkalium	KCl
2. Natrium	Na
Natriumoxyd (Natron)	NaO
Natronhydrat	NaO, HO
Kohlensaures Natron (neutrales) .	NaO, CO_2
Kohlensaures Natron (saures)	$NaO, CO_2 + HO, CO_2$
Salpetersaures Natron	NaO, NO_5
Borsaures Natron, saur. (Borax)	$NaO, 2\,BO_3$
Schwefelsaures Natron (neutr.) .	NaO, SO_3
Phosphorsaures Natron, saur. .	$PO_5, NaO, 2\,HO$
» » » , neutr. .	$PO_5, 2\,NaO, HO$
» » » , basisch. .	$PO_5, 3\,NaO$
Chlornatrium (Kochsalz)	$NaCl$
3. Baryum	Ba
Baryumoxyd (Baryt)	BaO
Barythydrat	BaO, HO
Schwefelsaurer Baryt	BaO, SO_3
Salpetersaurer Baryt	BaO, NO_5
Chlorbaryum	$BaCl$
4. Strontium	Sr
5. Calcium	Ca
Calciumoxyd (Kalk)	CaO
Kalkhydrat	CaO, HO
Kohlensaurer Kalk	CaO, CO_2
Oxalsaurer Kalk	$CaO, C_2\,O_3$
Schwefelsaurer Kalk	CaO, SO_3
Krystallisirter » (Gyps) . .	$CaO, SO_3 + 2\,aq.$
Phosphorsaurer Kalk, saurer . .	$PO_5, CaO, 2\,HO$
» » « , neutraler .	$PO_5, 2\,CaO, HO$
» » » , basischer .	$PO_5, 3\,CaO$
Kieselsaurer Kalk, neutraler . .	$CaO, Si\,O_2$
Schwefelcalcium	CaS
Chlorcalcium	$CaCl$
Chlorkalk	$CaO, ClO + CaCl$
Fluorcalcium	$CaFl$

Namen:	Zeichen:
6. Magnesium	Mg
Magnesiumoxyd (Magnesia, Bittererde)	MgO
Magnesiahydrat	MgO, HO
Kohlensaure Magnesia	MgO, CO_2
Dolomit	MgO, CO_2 + CaO, CO_2
Schwefelsaure Magnesia	MgO, SO_3
Phosphorsaure Magnesia (bas.)	PO_5, 3 MgO
Phosphorsaure Ammon-Magnesia	PO_5, 2 MgO, NH_4 . O
Chlormagnesium	MgCl
7. Aluminium	Al
Aluminiumoxyd (Thonerde, Alaunerde)	Al_2O_3
Thonerdehydrat, einfach	Al_2O_3, HO
» » , dreifach	Al_2O_3, 3 HO
Schwefelsaure Thonerde, neutral.	Al_2O_3, 3 SO_3
» » » , basisch. (Aluminit)	Al_2O_3, SO_3
Kalialaun	KO, SO_3 + Al_2O_3, 3 SO_3
Ammonalaun	NH_4 . O, SO_3 + Al_2O_3, 3 SO_3
Kieselsaure Thonerde, neutr.	Al_2O_3, 3 SiO_2
» » » , bas.	Al_2O_3, SiO_2
Thon	2(Al_2O_3, 3SiO_2) + Al_2O_3, 6HO.
Kieselsaure Thonerde-Kali (Feldspath)	KO, 3 SiO_2 + Al_2O_3, 3 SiO_2.
8. Eisen	Fe
Eisenoxydul	FeO
Kohlensaures Eisenoxydul	FeO, CO_2
Schwefelsaures Eisenoxydul (Eisenvitriol)	FeO, SO_3
Eisenoxyd	Fe_2O_3
Eisenoxyd-Oxydul (Magneteisen)	Fe_2O_3, FeO
Eisenoxyd-Oxydul (Hammerschlag)	Fe_2O_3, 6 FeO
Eisenoxydhydrat, einfaches	Fe_2O_3, HO
» » , zweifaches	Fe_2O_3, 2 HO
» » , dreifaches	Fe_2O_3, 3 HO
Schwefelsaures Eisenoxyd, neutr.	Fe_2O_3, 3 SO_3
» » » , bas. $^2/_3$	Fe_2O_3, 2 SO_3
» » » , bas. $^1/_3$	Fe_2O_3, SO_3
Phosphorsaures Eisenoxyd, neutr.	3 PO_5, 2 Fe_2O_3, 3 HO
Schwefeleisen, einfach	FeS
» » , zweifach	FeS_2
Eisenchlorür	FeCl
Eisenchlorid	Fe_2Cl_3
Ferrocyan (nicht darstellbar)	Fe . C_6N_3 = Cfy
Ferrocyanwasserstoff	Cfy, 2 H

Namen:	Zeichen:
Ferrocyankalium (Blutlaugensalz)	Cfy, 2K
Kaliumeisenferrocyanür . . .	2Cfy $\left\{\begin{matrix}3Fe\\K\end{matrix}\right.$
Eisenferrocyanid (Berlinerblau)	Cfy_3, Fe_4
Ferridcyan	$Fe_2 . C_{12} N_6 = Cfdy$
Ferridcyankalium	Cfdy, 3K
Eisenferridcyanür	Cfdy, 3Fe
9. Mangan	Mn
Manganoxydul	MnO
Manganoxyd	Mn_2O_3
Manganhyperoxyd (Braunstein) .	MnO_2
Mangansäure (nicht isolirbar) . .	MnO_3
Schwefelmangan	MnS
10. Zink	Zn
Zinkoxyd	ZnO
Schwefelsaures Zinkoxyd (Zinkvitriol)	ZnO, SO_3
11. Nickel	Ni
12. Kobalt	Co
13. Blei	Pb
Bleioxyd	PbO
Bleioxydhydrat	3PbO, HO
Kohlensaures Bleioxyd (neutral.)	PbO, CO_2
Kohlensaures Bleioxyd (bas.) .	PbO, CO_2 + PbO, HO
Bleiweiß	2(PbO, CO_2) + PbO, HO
Schwefelsaures Bleioxyd . . .	PbO, SO_3
Bleiüberoxyd	PbO_2
Schwefelblei	PbS
Chlorblei	PbCl
14. Kupfer	Cu
Kupferoxydul	Cu_2O
Kupferoxyd	CuO
Schwefelsaures Kupferoxyd (Kupfervitriol)	CuO, SO_3
Kupferrost	CuO, CO_2 + CuO, HO
15. Wismuth	Bi
16. Zinn	Sn
Zinnoxydul	SnO
Zinnoxyd	SnO_2
17. Antimon	Sb
Antimonoxyd	SbO_3
Antimonsulphür	SbS_3
Antimonsulphid	SbS_5
Antimonchlorür	$SbCl_3$
Algarothpulver	$SbCl_3$, 5SbO_3
17. Arsen	As
Arsensuboxyd	AsO

Namen:	Zeichen:
Arsenige Säure (weißer Arsenik)	$As O_3$
Arsensäure	$As O_5$
Arsenwasserstoff	$As H_3$
Arsensulphür (Auripigment) . .	$As S_3$
Realgar	$As S_2$
18. Chrom	Cr
19. Queckfilber	Hg
Queckfilberoxydul	$Hg_2 O$
Queckfilberoxyd (rother Präcipitat)	Hg O
Queckfilberchlorür (Calomel) . .	$Hg_2 Cl$
Queckfilberchlorid (Sublimat) .	Hg Cl
Queckfilbersulphid (Zinnober) .	Hg S
Queckfilberchlorid = Queckfilber = amid (weißer Präcipitat) .	$Hg Cl + Hg . NH_2$
Queckfilbercyanid	Hg Cy
20. Silber	Ag
Silberoxyd	Ag O
Salpetersaures Silberoxyd . .	$Ag O, NO_5$
Schwefelsilber	Ag S
Chlorsilber	Ag Cl
21. Gold	Au
Goldchlorid	$Au Cl_3$
22. Platin	Pt
Platinchlorid	$Pt Cl_2$
Kaliumplatinchlorid	$KCl, Pt Cl_2$
Ammoniumplatinchlorid . . .	$NH_4 . Cl, Pt Cl_2$

II.

Zusammenstellung der betrachteten Elemente und Verbindungen nach ihrem Wesen.

A. Elemente.

a. Metalloide.

1. Nur in Gasform darstellbare:
   O, H, N.
2. Nur in fester Form darstellbare:
   C, B, Si.
3. In allen Aggregatzuständen darstellbare.
   I. Brennbare:
      S, P.
   II. Nicht brennbare (Salzbildner):
      Cl, Br, J, — Fl?

b. Metalle.

1. Leichte Metalle.
   I. Metalle der Alkalien:
      K, Na.
   II. Metalle der alkalischen Erden:
      Ba, Sr, Ca, Mg.
   III. Metalle der Erden:
      Al.
2. Schwere Metalle.
   I. Unedle:
      Fe, Mn, Zn, Ni, Co, Pb, Cu, Bi, Sn, Sb, As, Cr.
   II. Edle:
      Hg, Ag, Au, Pt.

B. Verbindungen.

a. Zusammengesetzte Radikale.

1. Den Metalloiden (Salzbildnern) ähnliche:
   Cy, NH_2, Cfy, Cfdy.
2. Den Metallen (der Alkalien) ähnliche:
   NH_4.

b. Säuren.

1. Sauerstoffsäuren.
   I. Isolirbare:
      CO_2, BO_3, SiO_2, SO_2, SO_3, PO_3, PO_5, AsO_3, AsO_5.

II. Nur in Verbindung mit Wasser oder Basen bekannte:

NO_5, C_2O_3, MnO_3.

2. Wasserstoffsäuren.

I. Mit einfachem Radikal:

ClH, FlH.

II. Mit zusammengesetztem Radikal:

CyH, $CfyH_2$.

3. Sulphosäuren:

HS, SbS_3, SbS_5, AsS_3, HgS.

c. Basen.

1. Sauerstoffbasen.

I. Alkalisch reagirende:

KO, NaO, $NH_4.O$, BaO, SrO, CaO, MgO.

II. Nicht alkalisch reagirende:

Al_2O_3, FeO, Fe_2O_3, MnO, Mn_2O_3, ZnO,
PbO, Cu_2O, CuO, SnO, SnO_2, SbO_3,
Hg_2O, HgO, AgO.

2. Sulphobasen.

KS, NaS. $NH_4.S$, BaS, CaS, FeS,
MnS, ZnS, PbS, AgS.

d. Indifferente Körper.

1. Indifferente Sauerstoffverbindungen.

I. Solche, welche in Verbindungen die Rolle einer Base oder Säure spielen können:

HO

II. Völlig indifferente.

α. Suboxyde:

Pb_2O.

β. Hyperoxyde:

MnO_2, PbO_2.

γ. Subsäuren:*)

NO, NO_2, CO, P_2O, AsO.

2. Indifferente Wasserstoffverbindungen:

CH, CH_2, PH, PH_2, PH_3.

e. Salze.

1. Sauerstoffsalze.

I. Einbasische.

α. Kohlensaure.

aa. Neutrale:

$NH_4.O, CO_2$. — KO, CO_2. — NaO, CO_2. — BaO, CO_2.
CaO, CO_2. — MgO, CO_2. — FeO, CO_2. — PbO, CO_2.

*) So nenne ich hier diejenigen indifferenten Oxyde, welche durch Sauerstoffaufnahme zu Säuren werden.

bb. Saure:
$2\,NH_4\,.\,O,\,3\,CO_2\,.$ — $NH_4\,.\,O,\,CO_2 + HO,\,CO_2\,.$ —
$KO,\,CO_2 + HO,\,CO_2\,.$ — $Na\,O.\;CO_2 + HO,\,CO_2.$

cc. Basische:
$Pb\,O,\,CO_2 + Pb\,O,\,HO,$ — $2\,(Pb\,O,\,CO_2) + Pb\,O,\,HO.$ —
$Cu\,O,\,CO_2 + Cu\,O,\,HO.$

β. Salpetersaure.

aa. Neutrale:
$NH_4\,.\,O,\;NO_5\,.$ — $KO,\,NO_5\,.$ — $Na\,O,\;NO_5\,.$ —
$Ba\,O,\,NO_5\,.$ —

bb. Saure (existiren nicht).

cc. Basische:
$Bi\,O_3,\,3\,NO_5 + 2\,Bi\,O_3,\,3\,HO.$

γ. Borsaure.

Saure:
$Na\,O,\,2\,BO_3.$

δ. Kieselsaure.

aa. Neutrale:
$KO,\;Si\,O_2\,.$ — $Ca\,O,\,Si\,O_2\,.$ — $Al_2\,O_3,\,3\,Si\,O_2.$

bb. Saure:
$KO,\,4\,Si\,O_2$

cc. Basische:
$Al_2\,O_3,\;Si\,O_2.$ — $2\,(Al_2\,O_3,\,3\,Si\,O_2) + Al_2\,O_3,\,6\,HO.$

ε. Schwefelsaure.

aa. Neutrale:
$NH_4\,.\,O,SO_3\,.$ — $KO,SO_3\,.$ — $Na\,O,SO_3\,.$ — $Ba\,O,SO_3.$ —
$Ca\,O,SO_3.$ — $Mg\,O,SO_3.$ — $Al_2\,O_3,\,3SO_3.$ — $FeO,SO_3.$ —
$Fe_2\,O_3,\,3SO_3.$ — $Zn\,O,SO_3.$ — $Pb\,O,SO_3.$ — $Cu\,O,SO_3.$ —

bb. Saure:
$KO,\;SO_3 + HO,SO_3\,.$ —

cc. Basische:
$Al_2\,O_3,\,SO_3\,.$ — $Fe_2\,O_3,\,2\,SO_3\,.$ — $2\,Fe_2\,O_3,\,SO_3\,.$

II. Mehrbasische.

Dreibasisch-phosphorsaure.

aa. Neutrale:
$PO_5,\,2\,KO,HO.$ — $PO_5,\,2\,Na\,O,HO.$ — $PO_5,\,2\,CaO,HO.$
$3\,PO_5,\,2\,Fe_2\,O_3,\,3\,HO\,.$

bb. Saure:
$PO_5,\,KO,\,2\,HO\,.$ — $PO_5,\,Na\,O,\,2\,HO.$ — $PO_5,\,Ca\,O,\,2\,HO.$

cc. Basische:
$PO_5,\,3\,KO\,.$ — $PO_5,\;3\,Na\,O\,.$ — $PO_5,\;3\,Ca\,O\,.$ —
$PO_5,\,3\,Mg\,O.$

2. Schwefelsalze.

I. Wasserstoffsulphide:
$NH_4\,.\,S,HS\,.$ — $KS,HS.$

II. Arsensulphide
III. Antimonsulphide } ꝛc. nicht für uns wichtig.

3. Haloidsalze.

I. Einmetallige (einbasische).

α. Chlormetalle.

aa. Neutrale:

$NH_4 . Cl$. — KCl. — Na Cl. — Ba Cl. — Ca Cl. — Mg Cl. — Fe Cl. — $Fe_2 Cl_3$. — Sb Cl_3. — Hg_2 Cl. — Hg Cl. — Ag Cl. — Au Cl_3. — Pt Cl_2.

bb. Basische (sogenannte):

Sb $Cl_3 + 5$ Sb O_3.

β. Fluormetalle:

CaFl.

γ. Cyanmetalle:

Hg Cy.

II. Zweimetallige (zweibasische).

Ferrocyanmetalle:

Cfy, 2K. — Cfy, 2Fe. — Cfy_3, Fe_4.

III. Dreimetallige (dreibasische).

Ferridcyanmetalle:

Cfdy, 3K. — Cfdy, 3Fe.

f. Doppelsalze.

1. Sauerstoffdoppelsalze.

I. Einbasischer Säuren.

α. Kohlensaure:

Ca O, $CO_2 +$ Mg O, CO_2.

β. Kieselsaure:

KO, 3 Si $O_2 + Al_2 O_3$, 3 Si O_2.

γ. Schwefelsaure:

$NH_4 . O, SO_3 + Al_2 O_3, 3 SO_3$. — $KO, SO_3 + Al_2 O_3, 3 SO_3$.

II. Mehrbasischer Säuren.

Dreibasisch-Phosphorsaure:

PO_5, 2 Mg O, $NH_4 . O$.

2. Haloiddoppelsalze.

I. Einmetalliger Salzbildner.

Doppelchlormetalle.

Mg Cl, $NH_4 . Cl$. — $NH_4 . Cl$, Pt Cl_2. — KCl, Pt Cl_2.

II. Zweimetalliger Salzbildner.

Doppelferrocyanmetalle:

2 Cfy { 3Fe. / K.

III.

Zusammenstellung der betrachteten Elemente und ihrer wichtigsten Verbindungen nach ihrer Löslichkeit in Wasser.

	unlöslich:	schwerlöslich:	leichtlöslich:
1. Elemente:	C, Si, S, P Alle Metalle.	O, H. N, B, J, Br, Cl, Fl?	— —
2. Sauerstoffsäuren:	SiO_2.	CO_2. — AsO_3. —	NO_5, HO. — C_2O_3, HO. — BO_3. — SiO_3, ? HO. — SO_2. — SO_3. — PO_3. — PO_5. — ClO_5. — AsO_5.
3. Wasserstoffsäuren:	— —	— —	alle.
4. Sulphosäuren:	Alle, ausgenom. HS	HS	— —
5. Sauerstoffbasen:	Die Oxyde der schweren Metalle und die Erden.	BaO. — SrO. — CaO. — MgO (sehr schwer lösl.)	KO, — NaO, — NH_4. O.
6. Sulphobasen:	Die Sulphobasen der schweren Metalle.	Die Sulphobasen der alkalischen Erden.	KS, — NaS, — NH_4. S.
7. Neutrale kohlensaure Salze:	Ba O, CO_2. — Sr O, CO_2. — Ca O, CO_2. — Mg O, CO_2. — Fe O, CO_2. — Pb O, CO_2.	— —	K O, CO_2. — Na O, CO_2. NH_4. O, CO_2.
8. Neutrale salpetersaure Salze:	— —	— —	alle.
9. Neutrale kieselsaure Salze:	Alle, ausgenommen die alkalischen.	— —	KO, SiO_2. — NaO, SiO_2.
10. Neutrale schwefelsaure Salze:	BaO, SO_3. — PbO, SO_3.	Sr O, SO_3. — Ca O, SO_3.	Alle andere.
11. Neutrale phosphorsaure Salze:	Alle, ausgenommen die der Alkalien.	— —	PO_5, 2KO, HO. — PO_5, 2 Na O, HO. —
12. Neutrale Chlormetalle:	Ag Cl, — Hg_2 Cl.	Pb Cl.	Alle andere.

Dritte Abtheilung.

Chemie der organischen Reiche.

Einleitung.

§. 164.

1. Wenn man eine Pflanze oder eine Thierleiche der Hitze eines Wasserbades aussetzt, so trocknen dieselben aus, und ihr Gewicht nimmt bedeutend ab. Der Verlust rührt her von Wasser, welches in Dampfform entweicht.

2. Wenn man die völlig ausgetrockneten Körper an der Luft zum Glühen erhitzt, so entzünden sie sich und brennen mit Flamme. Setzt man das Erhitzen fort, bis alles Verbrennliche verbrannt ist, so behält man im Rückstande eine mehr oder weniger weiße, erdige Masse, die Asche.

3. Der Körper jeder Pflanze und jedes Thieres besteht somit aus:

Wasser,
unverbrennlicher Materie und
verbrennlicher Materie.

4. Unterwirft man die beim Verbrennen von Pflanzen und Thieren erhaltene Asche einer genaueren Untersuchung, so findet man, daß die darin enthaltenen Substanzen uns bereits bekannt sind. Es sind in der Regel kohlensaure, kieselsaure, schwefelsaure und phosphorsaure Salze von Kali, Natron, Kalk, Magnesia und Eisenoxyd, ferner Chloralkalimetalle, öfters auch Kieselsäure und Manganoxyduloxyd; seltener findet man Thonerde, Fluorcalcium, Jod- und Brommetalle, und nur ausnahmsweise Kupferoxyd und andere Oxyde schwerer Metalle. Es sind also lediglich unorganische Verbindungen.

5. Um die Natur der verbrennlichen Materien kennen zu lernen, welche in den Körpern der Thiere und Pflanzen enthalten sind, kann man einen Weg wählen, den wir auch in der unorganischen Chemie

bereits mehrmals eingeschlagen haben, d. h. man kann versuchen, dieselben in, ihrer Natur und Zusammensetzung nach, bekannte Verbindungen überzuführen, oder auch die Elemente, aus denen sie etwa bestehen möchten, zu isoliren. — So könnte man vielleicht schon zu einem Resultat gelangen, wenn man die Produkte untersuchte, die beim Verbrennen (bei Verbindung mit Sauerstoff) entstehen. — Würde man aber hierbei das ganze Thier oder die ganze Pflanze nehmen, so müßte man fürchten, ein ungenaues Resultat zu erhalten, weil alsdann gleichzeitig die unverbrennlichen Körper zugegen wären, die wohl fähig sein könnten, eines der entstandenen Verbrennungsprodukte zurückzuhalten, oder sonst störend einzuwirken. — Es fragt sich also, ob man die verbrennlichen Bestandtheile nicht zuerst trennen kann von den unverbrennlichen. — Dies gelingt aber wirklich in fast allen Fällen; der Zucker, das Stärkemehl, das thierische Fett, der Leim, das Terpentinöl u. s. w. sind in der That Pflanzen- und Thierbestandtheile, welche beim Verbrennen keine Asche mehr liefern. Wie man diese und die übrigen Pflanzen- und Thierbestandtheile rein darstellt, werden wir unten sehen; vorläufig genügt es uns, zu wissen, daß die Reindarstellung ausführbar ist, und daß sich solche rein dargestellte Pflanzen- und Thierstoffe am besten eignen zur Ermittelung der Natur der verbrennlichen Materie in Pflanze und Thier.

Versucht man nun, diese Stoffe geradezu an der Luft oder in Sauerstoff zu verbrennen, so stößt man bald auf einen Uebelstand, nämlich darauf, daß sich im Innern der Substanz Körper bilden und verflüchtigen, ohne der vollen Wirkung des Sauerstoffs ausgesetzt zu sein; daher kommt man besser zum Ziel, wenn man die Substanz (fein gepulvert) mit einem Sauerstoff enthaltenden Körper mengt, der seinen Sauerstoff leicht abgiebt, z. B. mit Kupferoxyd, und das Gemenge in einem Glasrohre allmälig zum Glühen erhitzt.

Setzen wir den Fall, wir führten dies mit Zucker aus. Das eine Ende der Röhre sei zugeschmolzen, das andere mit einem Kork verschlossen, in welchen eine Schenkelröhre luftdicht eingepaßt ist. Sowie wir mit dem Erhitzen beginnen, bemerken wir in dem Schenkelrohre einen Anflug. Bald sammelt er sich zu kleinen Tröpfchen an, welche zusammenlaufen und endlich ausfließen. Prüft man Geschmack und Reaction der Flüssigkeit, so findet man, daß sie reines Wasser ist. — Taucht man die Oeffnung der Schenkelröhre unter Wasser, so sieht man eine reichliche Menge Gas emporsteigen. Dasselbe kann kein Wasserdampf sein, denn es verdichtet sich nicht beim Abkühlen, — es kann in Wasser nicht oder nicht sehr löslich sein, denn

die Blasen gehen durch dasselbe hindurch, — es kann nicht bloß die Luft sein, welche noch bei dem Gemenge im Glasrohre war, denn fängt man es in einer Glocke auf, so erhält man in Kurzem weit mehr, als selbst dem ganzen Inhalt des Verbrennungsrohrs entspricht. Riecht man an dem Gase, so findet man, daß es wie Kohlensäure riecht, auch röthet es schwach und vorübergehend feuchtes Lackmuspapier, und leitet man es statt in reines Wasser in Kalkwasser, so bekommt man sogleich einen weißen Niederschlag, der, durch ein Filter abgesondert und mit wässeriger Salzsäure übergossen, sich unter Aufbrausen löst und überhaupt alle Eigenschaften des kohlensauren Kalks zeigt. Das Gas ist also Kohlensäure. — Betrachtet man nach dem Versuche das Verbrennungsrohr, so erkennt man schon an der Farbe seines Inhalts, daß das Kupferoxyd zum Theil in Kupferoxydul oder Kupfer übergegangen ist, daß es also Sauerstoff abgegeben hat. Ob aber aller Sauerstoff, der in dem erzeugten Wasser und der entwichenen Kohlensäure enthalten ist, von dem Kupferoxyd herrührt, ob also der Zucker nur aus Kohlenstoff und Wasserstoff besteht, oder ob er außerdem auch Sauerstoff enthält, können wir bis jetzt noch nicht wissen; darüber gelangt man erst zur Gewißheit, wenn man das Verwendete und Erhaltene wägt, d. h. wenn man 1) den verwendeten Zucker, 2) das erhaltene Wasser und 3) die erhaltene Kohlensäure dem Gewichte nach bestimmt. — Addirt man alsdann den in dem Wasser enthaltenen Wasserstoff zu dem in der Kohlensäure enthaltenen Kohlenstoff, so findet man, daß die Summe nicht gleich ist dem Gewichte des verwendeten Zuckers, sondern geringer. — Es muß also auch ein Theil des Sauerstoffs in Wasser und Kohlensäure Bestandtheil des Zuckers gewesen sein. Die Menge des Sauerstoffs im Zucker aber muß so viel betragen, als der Unterschied zwischen der Summe des Kohlenstoffs und Wasserstoffs und dem Gewicht des verbrannten Zuckers. — Auf die Ausführung einer solchen Analyse (einer organischen Elementaranalyse) werden wir unten in der Abtheilung V. zurückkommen.

Auf ähnliche Art hat man bei Untersuchung aller bis jetzt rein dargestellten verbrennlichen Pflanzen- und Thierbestandtheile gefunden, daß manche nur Kohlenstoff und Wasserstoff, — die meisten, so wie der Zucker, Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff, — viele andere Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff und Stickstoff, — manche außer diesen vier Elementen auch noch Schwefel, und einige auch noch Phosphor enthalten. — Die verbrennlichen Pflanzen- und Thierstoffe nun sind organische Verbindungen im eigentlichsten Sinne des Wortes.

6. Die Zusammensetzung einer Pflanze oder eines Thierkörpers können wir nunmehr auch so ausdrücken:

Alle enthalten

1) Unorganische Verbindungen:
   a) Wasser,
   b) Salze ꝛc.;
2) organische Verbindungen.

7. In Betracht der Zusammensetzung der organischen Verbindungen aber ist zu merken, daß dieselben alle aus 2, 3, 4, 5 oder höchstens 6 Elementen bestehen, und daß diese Elemente Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff, Stickstoff, Schwefel und Phosphor sind. — Von diesen fehlen Kohlenstoff und Wasserstoff nie.

8. Die Elemente, aus welchen eine Pflanze oder ein Thier besteht, nennt man häufig auch ihre entfernteren Bestandtheile; ihre näheren Bestandtheile hingegen heißen die organischen Verbindungen (im weiteren Sinne wohl auch die Salze), aus welchen sie zusammengesetzt sind. — Die entfernteren Bestandtheile eines Weizenkorns sind demnach Kohlenstoff, Wasserstoff, Stickstoff, Kalium ꝛc. — Die näheren Eiweiß, Pflanzenleim, Stärkemehl, phosphorsaures Kali ꝛc.

9. Alle Pflanzen und Thiere, nach Beendigung ihres Lebensprocesses, und viele organische Verbindungen zersetzen sich unter gewissen, unten näher zu bezeichnenden Umständen, und liefern neue Produkte, welche gebildet werden, indem sich die vorhandenen Elemente auf eine andere Art mit einander verbinden, als sie ursprünglich unter dem Einflusse der Lebenskraft mit einander sich verbunden hatten. — Diesen Proceß des Zerfallens und der Umbildung heißt man, wenn dabei stinkende Produkte auftreten, Fäulniß, andernfalls Gährung.

10. Der Begriff einer derartigen Umsetzung vorhandener Bestandtheile (der Begriff der Fäulniß oder Gährung) ist nicht zu verwechseln mit dem langsamen Oxydationsprocesse, den die nämlichen Körper bei Luftzutritt und unter sonst geeigneten Umständen erleiden, und den wir schon oben Verwesung genannt haben.

11. Der Proceß der Fäulniß (oder Gährung) muß also von dem Verwesungsprocesse wohl unterschieden werden, wenngleich beide in Wirklichkeit meist gleichzeitig eintreten und neben einander verlaufen.

12. Wir theilen die ganze Abtheilung, welche die Chemie der organischen Reiche umfaßt, in fünf Abschnitte, und handeln diese in folgender Reihenfolge ab:

I. Organische Bestandtheile der Pflanzen.

II. Pflanzen- und Pflanzentheile.

III. Zersetzungsprocesse der Pflanzenbestandtheile und Pflanzen.

IV. Thierchemie.

V. Ernährungsproceß und Cultur der Pflanzen, mit einem vorangehenden Kapitel über den Boden.

Erster Abschnitt.

Die organischen Bestandtheile der Pflanzen.

Allgemeine Eintheilung.

§. 165.

1. Wenn man den Saft einer Citrone, eines Apfels oder einer Weinbeere auf blaues Lackmuspapier tröpfelt, so wird dasselbe geröthet. Verbrennen wir diese Früchte, so reagirt die Asche nicht mehr sauer. In denselben sind demnach sauer reagirende organische Bestandtheile enthalten. Wir werden im Verlaufe sehen, daß diese sauren Pflanzenstoffe auch die übrigen allgemeinen Eigenschaften mit denjenigen unorganischen Körpern gemein haben, welche wir Säuren nennen; man heißt sie daher, wie alle ähnlichen in Pflanzen vorkommenden organischen Verbindungen, ebenfalls Säuren, aber zur genaueren Bezeichnung Pflanzensäuren.

2. Aus der Chinarinde, der Belladonna und vielen anderen Pflanzen oder Pflanzentheilen lassen sich organische Verbindungen abscheiden, welche in ihren Eigenschaften den Alkalien oder alkalischen Erden ganz nahe stehen. Sie bräunen Curcumapapier, neutralisiren Säuren und bilden mit ihnen Salze. Man heißt sie daher Pflanzenalkalien oder (in der Regel) Alkaloide.

3. Prüft man eine Zuckerlösung oder die Lösung des arabischen Gummis mit rothem und blauem Lackmuspapier, so findet man, daß sie weder das eine noch das andere verändern. Ebenso verhalten sich sehr viele andere organische Pflanzenbestandtheile; man heißt sie, um sie nur im Allgemeinen von den Pflanzensäuren und Alkaloiden zu unterscheiden, indifferente Pflanzenkörper.

4. Wir machen im Folgenden von dieser allgemeinen Eintheilung Gebrauch, um in das große Gebiet eine gewisse Uebersicht zu bringen.

A. Pflanzensäuren.

Art des Vorkommens.

§. 166.

Pflanzensäuren fehlen in keiner Pflanze, dieselben lassen sich jedoch nicht immer durch Geschmack und saure Reaction unmittelbar nachweisen, denn sie finden sich sehr häufig in den Pflanzen nicht in freiem Zustande, sondern verbunden mit unorganischen Basen oder auch mit Alkaloiden. Waren sie verbunden mit Kali, Natron oder Kalk, so findet man in der Asche der Gewächse kohlensaure Salze. Dieselben entstehen, indem die durch Verbrennung der organischen Säuren in Freiheit gesetzten Basen sich mit der bei dieser Verbrennung entstehenden Kohlensäure verbinden. — Die Zahl der Pflanzensäuren, die man bis jetzt von einander unterschieden hat, ist ziemlich bedeutend; einige kommen weit verbreitet, d. h. in sehr vielen Pflanzen vor, andere finden sich nur in gewissen Pflanzenfamilien oder Gattungen. Uns interessiren vorzugsweise die verbreiteteren. Als solche haben wir folgende näher kennen zu lernen.

1. Weinsteinsäure (Weinsäure).

§. 167.

a. Vorkommen. Die Weinsteinsäure findet sich in den Weinbeeren, den Tamarinden, den Maulbeeren, dem Sauerampfer, in der Queckenwurzel, der Wurzel des Löwenzahns, im Pfeffer und in vielen anderen Pflanzen und Pflanzentheilen, theils frei, theils gebunden.

b. Darstellung. Wenn man den Weinstein, von dem wir bereits im §. 67 gesprochen haben, pulvert und mit Wasser kocht, so löst er sich auf. Die Lösung röthet Lackmus. Setzt man derselben gepulverten kohlensauren Kalk zu, so entweicht Kohlensäure, und nach einem gewissen Zusatz reagirt die Flüssigkeit neutral. Daraus ersehen wir, daß an die Stelle der freien Säure nunmehr ein Kalksalz getreten ist. — Dasselbe setzt sich in Gestalt eines weißen Pulvers in der noch salzig schmeckenden Flüssigkeit zu Boden. Fügt man zu dieser eine Lösung von Chlorcalcium, so entsteht eine weitere Portion des unlöslichen Kalksalzes, und fährt man mit dem Zusatz fort, bis kein weiterer Niederschlag mehr entsteht, so hat man die ganze Menge der im Weinstein enthalten gewesenen organischen Säure in Verbindung mit Kalk gebracht, wie man daraus ersehen

kann, daß die von dem unlöslichen Pulver abfiltrirte Flüssigkeit beim Eindampfen nichts anderes als ein weißes, beim Glühen nicht veränderliches Salz (Chlorkalium) liefert. — Trocknet man den Kalkniederschlag, wägt ihn, rührt ihn mit Wasser an und setzt auf 100 Theile des Niederschlags 37,7 Theile Schwefelsäurehydrat zu, so erhält man schwefelsauren Kalk und eine stark saure Flüssigkeit. Trennt man diese von dem schwerlöslichen Kalksalz durch Filtriren, verdampft dieselbe bis zur geeigneten Concentration und läßt sie in der Kälte ruhig stehen, so erhält man große, farblose Krystalle, welche einen angenehm sauren Geschmack haben, in Wasser und Weingeist leicht löslich sind und bei 100° sich nicht verändern. Bei stärkerem Erhitzen schmelzen sie, zersetzen sich unter Ausstoßung eigenthümlich (verbrennendem Zucker ähnlich) riechender, zum Theil brennbarer Gase und hinterlassen eine schwer verbrennliche Kohle. — Diese Krystalle sind Weinsteinsäurehydrat, wie aus Folgendem zu ersehen.

Verbrennt man dieselben mit Kupferoxyd (vergl. §. 164. 5.), so erhält man von 100 Theilen 117,33 Theile Kohlensäure (worin enthalten sind 32,00 Theile Kohlenstoff) und 36,00 Theile Wasser (worin enthalten sind 4,00 Theile Wasserstoff); demnach bestehen die Krystalle in 100 Theilen aus 32,00 Theilen Kohlenstoff, 4,00 Theilen Wasserstoff und 64,00 Theilen Sauerstoff. — Analysirt man nun auch das oben besprochene Kalksalz, nachdem man es bei 180° C. getrocknet hat (bei welcher Temperatur es Wasser abgiebt, ohne sich sonst zu zersetzen), so findet man, daß dasselbe auf 100 Theile organische Säure 42,42 Theile Kalk enthält, und ferner, daß die 100 Theile organischer Säure aus 36,36 Theilen Kohlenstoff, 3,03 Theilen Wasserstoff und 60,60 Theilen Sauerstoff bestehen. Vergleicht man diese Zusammensetzung mit der oben erhaltenen, so findet man, daß die Zahlen nicht übereinstimmen, daß also die Krystalle nicht dieselbe Zusammensetzung haben, wie die Säure im Kalksalze. Jene enthalten weniger Kohlenstoff, dafür aber mehr Wasserstoff und Sauerstoff. — Den Zusammenhang aber, der zwischen beiden besteht, findet man am leichtesten, wenn man die Zahlen, welche sich auf 100 Theile beziehen, in solche verwandelt, die sich auf 1 Aeq. Weinsteinsäure beziehen. — Wie groß ist aber 1 Aeq. Weinsteinsäure? Wir können dies aus der Analyse des Kalksalzes finden, denn es giebt keine Verbindung des Kalks mit weniger Weinsteinsäure.

42,42 Kalk sind verbunden mit 100 Säure, 350 Kalk (1 Aeq.) mit wieviel?

$$x = 825{,}0.$$

In 100 der an Kalk gebundenen Säure sind

Kohlenstoff	36,36,	in	825,0	also	300	= 4 × 75	=	4 Aeq.
Wasserstoff	3,03,	»	»	»	25	= 2 × 12,5	=	2 »
Sauerstoff	60,60,	»	»	»	500	= 5 × 100	=	5 »
	100,00				825			

Die Formel der Weinsteinsäure (im Kalksalz) ist also $C_4H_2O_5$.

Macht man nun, nach Analogie der meisten unorganischen Säuren, die Annahme, daß die oben erhaltenen Krystalle das Hydrat dieser Säure seien (worauf man auch durch den Mindergehalt an Kohlenstoff und den Mehrgehalt an Wasserstoff und Sauerstoff hingewiesen wird), also $C_4H_2O_5 + HO$, und berechnet man diese Formel auf Procente, so findet man Folgendes:

$C_4H_2O_5 = 825{,}0$
$H\,O = 112{,}5$
Aequivalent des angenommenen Hydrats 937,5

937,5 enthalten	4 Aeq.	=	300	Kohlenstoff,	100	also	32,00
» »	3 »	=	37,5	Wasserstoff,	100	»	4,00
» »	6 »	=	600,0	Sauerstoff,	100	»	64,00
							100,00

das heißt, man findet, daß diese procentische Zusammensetzung mit der oben für die Krystalle aus der Analyse gefundenen vollkommen übereinstimmt, daß also unsere Annahme richtig ist, die Krystalle seien das Hydrat der Säure, welche im Kalksalze enthalten ist. Diese ist demnach wasserfreie Weinsteinsäure, die Krystalle aber sind Weinsteinsäurehydrat. Anstatt der Formel der Weinsteinsäure $C_4H_2O_5$ gebraucht man in der Regel das Zeichen $\overline{T}$. — Weinsteinsäurehydrat ist alsdann $\overline{T}, HO$. — Die wasserfreie Weinsteinsäure läßt sich nicht darstellen.

c. Salze.

§. 168.

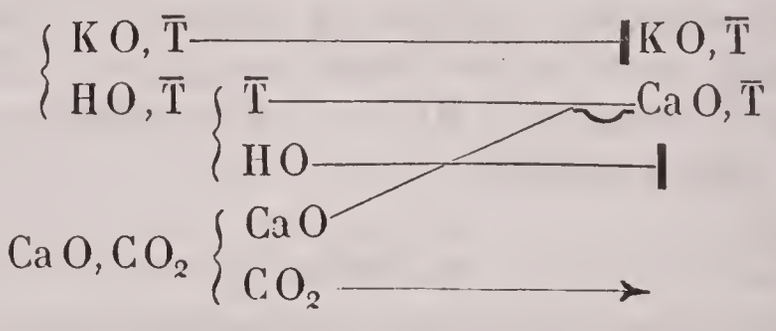
Von den weiteren Verbindungen der Weinsteinsäure interessiren uns folgende:

1. Weinsteinsäure und Kali.

Neutralisirt man Kalilauge oder eine Lösung von kohlensaurem Kali genau mit Weinsteinsäurehydrat, so erhält man eine milde salzig schmeckende Flüssigkeit, welche, stark abgedampft, bei längerem Stehen farblose Krystalle von neutralem weinsteinsaurem Kali ($KO, \overline{T}$) liefert. Versetzt man aber die Lösung mit noch einmal so viel Weinsteinsäurehydrat, als man zur Neutralisation gebraucht hat, so erhält

man einen schweren, körnigen Niederschlag von saurem weinsteinsaurem Kali ($KO, \overline{T} + HO, \overline{T}$). Dasselbe ist in kaltem Wasser schwer, in heißem leichter löslich, von säuerlichem Geschmack, saurer Reaction und kühlender, gelinde abführender Wirkung. Bei schwachem Glühen entwickelt es einen Geruch wie unter gleichen Umständen das Weinsteinsäurehydrat und hinterläßt einen kohligen, kohlensaures Kali enthaltenden Rückstand. — Aehnlich verhält sich das neutrale Salz beim Glühen. — Das saure weinsteinsaure Kali kommt in den Weinbeeren, Maulbeeren ꝛc. fertig gebildet vor, und ist der Hauptbestandtheil des rohen Weinsteins, wie er sich in den Weinfässern absetzt. Derselbe enthält außer saurem weinsteinsaurem Kali nur noch eine geringe Menge weinsteinsauren Kalks und etwas Farbestoff. Löst man ihn in kochendem Wasser, so bleibt das Kalksalz und die färbende Materie fast vollständig zurück, daher das Filtrat beim Erkalten farblose krystallinische Massen von fast reinem weinsteinsaurem Kali (gereinigten Weinstein, Weinsteinrahm, Cremor Tartari) liefert. — Das neutrale Kalisalz kann man, wie leicht zu ersehen, mit größerem Vortheil durch Sättigen des gereinigten Weinsteins, als der theureren Weinsteinsäure darstellen. Es führt in der Medicin (es ist ein Abführmittel) oft noch den alten Namen tartarisirter Weinstein.

Betrachten wir nun den Vorgang, der stattfindet, wenn man Weinsteinlösung mit kohlensaurem Kalk sättigt, wie dies bei Bereitung der Weinsteinsäure geschieht. Die dabei stattfindende Zersetzung ergiebt sich aus folgendem Schema:



Es bildet sich also hierbei 1 Aeq. lösliches neutrales Kalisalz und 1 Aeq. unlösliches neutrales Kalksalz. Bei Zusatz von Chlorcalciumlösung aber zersetzt sich auch $KO, \overline{T}$ mit CaCl, es entsteht $CaO, \overline{T}$ und KCl. — Die Hervorbringung eines Niederschlages von saurem weinsteinsaurem Kali dient in der Analyse zur Entdeckung des Kali's (das saure weinsteinsaure Kali ist leicht löslich).

2. Weinsteinsaurer Kalk.

Der weinsteinsaure Kalk, wie man ihn nach der angeführten

Weise oder durch Sättigen von Weinsteinsäurelösung mit Kalk bekommt, stellt ein in Wasser unlösliches, in Salzsäure und Salpetersäure leicht lösliches, weißes Pulver dar. Sättigt oder übersättigt man eine Lösung desselben in verdünnter Salz- oder Salpetersäure mit Salmiakgeist, so scheidet sich in kurzer Zeit der gelöste weinsteinsaure Kalk wieder ab. Umrühren begünstigt die Ausscheidung. — Der weinsteinsaure Kalk enthält, an der Luft oder bei 100° getrocknet, 4 Aeq. Wasser, welche er erst bei 180° vollständig verliert. — Beim Glühen verkohlt oder verbrennt er unter Bildung von kohlensaurem Kalk und Verbreitung des bei dem Weinsteinsäurehydrat und dem Weinstein bereits erwähnten charakteristischen Geruchs.

3. Weinsteinsaures Natron-Kali.

Kocht man Weinstein mit Wasser und fügt kohlensaures Natron zu bis zur Neutralisation, so erhält man beim Erkalten große klare Krystalle von weinsteinsaurem Natron-Kali ($KO,\overline{T} + NaO,\overline{T} + 8aq.$), welche in der Medicin den Namen Tartarus natronatus führen.

4. Brechweinstein.

Erwärmt man 3 Thle. gepulverten Weinstein mit Wasser und 4 Thln. Antimonoxyd eine Zeit lang und kocht dann die Masse mit mehr Wasser, so löst sich Alles oder fast Alles auf. Die filtrirte Lösung liefert beim Erkalten harte, in kaltem Wasser etwas schwer lösliche Krystalle, welche unter dem Namen Brechweinstein in der Medicin sehr häufig angewendet werden. Sie sind eine Verbindung von weinsteinsaurem Antimonoxyd-Kali mit Antimonoxyd-Kali ($(KO,\overline{T} + SbO_3, 3\overline{T}) + KO, SbO_3$.

2. Citronensäure.

§. 169.

a. Vorkommen. — Die Citronensäure findet sich vorzugsweise in den Citronen und ähnlichen Südfrüchten, ferner in den Johannis- und Stachelbeeren, den Heidelbeeren, Preißelbeeren, Erdbeeren und vielen anderen Früchten, theils frei, theils gebunden.

b. Darstellung, Eigenschaften ꝛc. — Dampft man den Saft der Citronen ab, um das Wasser größtentheils zu entfernen, so erhält man, obgleich in der Lösung die Citronensäure in freiem Zustande vorhanden ist, und obgleich sie in Verbindung mit Wasser sehr schön krystallisirt, doch keine Krystalle. Der vorhandene Schleim hindert die Krystallisation. Um denselben von der Citronensäure zu trennen, sättigt man daher den Citronensaft in der Regel mit Kreide,

wodurch man unlöslichen citronensauren Kalk erhält, der durch Waschen mit Wasser leicht von dem Schleim getrennt werden kann. Zersetzt man nun das Kalksalz durch eine geeignete Menge verdünnter Schwefelsäure, trennt die saure Flüssigkeit von dem schwer löslichen schwefelsauren Kalk durch Filtriren, verdampft und läßt bei 100° C. krystallisiren, so erhält man Citronensäurehydrat ($C_4H_2O_4, HO$) oder $\overline{Ci}, HO$. — Läßt man die Lösung durch Abkühlung krystallisiren, so erhält man wasserhaltigere Krystalle; sie enthalten nämlich auf $3\,\overline{Ci}$ $4\,HO$ und sind zu betrachten als eine Verbindung von 2 Aeq. des erst besprochenen Hydrats mit 1 Aeq. eines Hydrats, welches doppelt so viel Wasser enthält, d. i. als $2(\overline{Ci}, HO) + \overline{Ci}, 2HO$. — Die Darstellung der Citronensäure, welche als Arzeneimittel, zur Bereitung von Punschessenz ꝛc. Anwendung findet, geschieht in der Regel so, daß man in Italien aus dem Safte angestoßener Citronen citronensauren Kalk bereitet und diesen in den Handel bringt. In den chemischen Fabriken Deutschlands, Frankreichs, Englands ꝛc. wird derselbe alsdann zersetzt und auf Citronensäure benutzt. Die im Handel vorkommenden Krystalle sind $3\,\overline{Ci}, 4HO$. — Die reine Citronensäure läßt sich nicht darstellen.

Die Krystalle der Citronensäurehydrate sind in Wasser leicht löslich, geruchlos, von rein saurem, angenehmem Geschmack, in der Hitze schmelzen sie und verkohlen dann unter Ausstoßung stechend saurer Dämpfe, deren Geruch von dem der verkohlenden Weinsteinsäure leicht zu unterscheiden ist.

c. Salze. — Von den citronensauren Salzen hat nur der citronensaure Kalk für uns ein gewisses Interesse, weil er die Darstellung der Säurehydrate vermittelt und zur Unterscheidung der Citronensäure von anderen Pflanzensäuren ein Mittel abgiebt. Die neutrale Verbindung, welche hier gemeint ist ($CaO, \overline{Ci}$ + aq.), und welche man beim Sättigen der freien Säure mit Kalk oder kohlensaurem Kalk, oder beim Vermischen der Lösung eines neutralen citronensauren Alkali's mit der Lösung eines neutralen Kalksalzes erhält, stellt ein weißes, in Wasser unlösliches, in Salzsäure und Salpetersäure leicht lösliches Pulver dar. Uebersättigt man eine Lösung letzterer Art mit Salmiakgeist, so scheidet sich der citronensaure Kalk nicht wieder aus, weil er in der Lösung des gebildeten Salmiaks oder salpetersauren Ammons in der Kälte löslich ist; kocht man aber die Lösung eine Weile, so trübt sich die Flüssigkeit und der citronensaure Kalk scheidet sich in Gestalt eines schweren körnigen Pulvers ab. Durch dieses Verhalten kann man den citronensauren Kalk leicht von dem weinsteinsauren und somit auch die Citronensäure von der Weinstein-

säure unterscheiden und trennen. — Eine anderweitige Unterscheidung läßt sich auch darauf gründen, daß die Citronensäure mit Kali kein schwer lösliches saures Salz bildet.

3. Aepfelsäure.

§. 170.

a. Vorkommen. Die Aepfelsäure ist von allen Pflanzensäuren die verbreitetste. Sie findet sich fast in allen Pflanzen, bald frei, bald gebunden, bald allein, bald neben anderen Pflanzensäuren. In bedeutender Menge findet sie sich in den Aepfeln, Vogelbeeren, Johannis- und Stachelbeeren, Kartoffeln, Weinbeeren ꝛc.

b. Darstellung, Eigenschaften ꝛc. Man erhält das Aepfelsäurehydrat ganz nach derselben Methode wie die Citronensäurehydrate, d. h. durch Bindung an Kalk, Auswaschen des Kalksalzes und Zersetzung desselben mit verdünnter Schwefelsäure. Am vortheilhaftesten verwendet man zur Darstellung des Kalksalzes den Saft der Vogelbeeren. — Das Aepfelsäurehydrat krystallisirt nur schwierig, und stellt niemals deutliche Krystalle, sondern nur krystallinische Krusten dar. Es zerfließt an der Luft, löst sich in Wasser und Weingeist, schmeckt stark sauer, liefert, in einem Löffelchen erhitzt, unter Aufschäumen stechend saure Dämpfe. Nimmt man das Erhitzen in einer Glasröhre vor, so verdichten sich die Dämpfe zu einem krystallinischen Sublimat (Maleïnsäure), ein weißer pulveriger Körper (Fumarsäure) bleibt zurück. Dieses Verhalten charakterisirt das Aepfelsäurehydrat vortrefflich. Seine Zusammensetzung ist der des Citronensäurehydrats vollkommen gleich, sie ist ebenfalls $C_4H_2O_4, HO$, oder $\overline{M}, HO$. — Wir sehen also hier auf's allerdeutlichste, daß Körper gleiche Zusammensetzung und doch ganz verschiedene Eigenschaften haben können. Solche Körper heißt man isomer. — Die reine Aepfelsäure läßt sich nicht darstellen.

c. Salze. Von den äpfelsauren Salzen erwähnen wir nur des äpfelsauren Kalks, und zwar des neutralen, wie man ihn durch Sättigen der freien Säure mit Kalk erhält. Derselbe ($CaO, \overline{M}, aq.$) stellt ein weißes, in Wasser schwer, in Salzsäure und Salpetersäure, desgleichen in Ammonsalzlösungen leicht lösliches Salz dar. Dasselbe wird in Folge letzterer Eigenschaft beim Uebersättigen seiner sauren Lösungen mit Salmiakgeist weder in der Kälte (wie der weinsteinsaure Kalk), noch beim Kochen (wie der citronensaure) gefällt, sogleich aber bei Zusatz von Weingeist.

4. Benzoësäure.

§. 171.

Die Benzoësäure kommt in vorwaltender Menge in der Benzoë vor, einem Harze, welches aus der verletzten Rinde des in Sumatra, Borneo ꝛc. wachsenden Benzoëbaumes (Styrax Benzoin) ausschwitzt; ferner im Drachenblut und einigen anderen Harzen. — Sie kann aus dem Benzoëharze auf eine sehr einfache Art, nämlich durch bloße Sublimation, erhalten werden; stellt, so gewonnen, weiße Blättchen oder Krystallnadeln, aus Lösungen ausgeschieden, ein weißes krystallinisches Pulver dar. Sie verflüchtigt sich beim Erhitzen ohne Zersetzung vollständig und unterscheidet sich hierdurch auf's Wesentlichste von den bis jetzt betrachteten Pflanzensäuren; ihre Dämpfe erzeugen ein ganz eigenthümliches Kratzen im Schlunde und reizen zum Husten. Sie schmeckt schwach, stechend, süßlich, riecht im unreinen Zustande schon so, aber auch im völlig reinen beim Erwärmen, der Benzoë ähnlich. In kaltem Wasser ist sie wenig, leichter in heißem oder in Weingeist löslich; in der Medicin findet sie Anwendung. — Wir werden die Benzoësäure später auch als Zersetzungsprodukt verschiedener ätherischer Oele, sowie als Bestandtheil des Harns kennen lernen. — Zusammensetzung der Benzoësäurekrystalle: $C_{14}H_5O_3 + HO$. Dieselben sind demnach Benzoësäurehydrat. — Wasserfrei existirt die Benzoësäure nur in ihren Salzen.

5. Bernsteinsäure.

§. 172.

Die Bernsteinsäure findet sich in größter Menge im Bernstein, jenem durchsichtigen goldgelben Körper, welcher schon seit den ältesten Zeiten bekannt ist, vorzugsweise an den Küsten der Ostsee gefunden wird, und als durch verschiedene Einflüsse verändertes Harz urweltlicher Bäume zu betrachten ist; ferner im Harze einiger Nadelhölzer, im Wermuth und anderen Pflanzen. — Sie wird am leichtesten durch Erhitzen des Bernsteins bei Luftabschluß (trockne Destillation) abgeschieden, und durch Abdampfen der gewonnenen, vom entstandenen Bernsteinöle durch ein nasses Filter getrennten, wässerigen Flüssigkeit krystallisirt erhalten. Durch Kochen mit Salpetersäure und Umkrystallisiren daraus läßt sie sich reinigen. — Sie stellt alsdann farb- und geruchlose, blättrige oder prismatische, in Wasser und Weingeist lösliche Krystalle von schwach saurem Geschmack dar. Dieselben verflüchtigen sich beim Erhitzen unzersetzt und ohne Rückstand. — Die ungereinigte, noch nach Bernsteinöl riechende Säure ist officinell. —

Die auf nassem Wege erhaltenen Krystalle sind $C_4H_2O_3, HO$; die durch Sublimation gewonnenen $2(C_4H_2O_3), HO$. Wasserfrei existirt die Bernsteinsäure nur in den Salzen. Merkwürdig ist ihre Entstehung als letztes Oxydationsprodukt der fetten Säuren, des Wallraths und Wachses, welche Körper wir in der Folge alle kennen lernen werden.

6. Gerbesäure.

§. 173.

a. Vorkommen. Die Gerbsäure ist nächst der Aepfelsäure die verbreitetste Pflanzensäure. Sie findet sich in sehr vielen Gewächsen und Pflanzentheilen, vorwaltend in denen, welche einen zusammenziehenden Geschmack haben; in besonderer Menge in den Eichen, namentlich der Rinde der jungen Stämme und Aeste, — in größter in den Galläpfeln, — ferner in den Hülsen und Stielen der Weinbeeren, in den Theeblättern u. s. w.

b. Darstellung, Eigenschaften ꝛc. Man erhält das Hydrat der Gerbsäure (unverbunden läßt sie sich nicht darstellen) am bequemsten aus gepulverten Galläpfeln. Zieht man nämlich dieselben mit wasserhaltigem Aether (s. u.) aus und läßt den erhaltenen Auszug ruhig stehen, so trennt er sich in zwei Schichten, eine wässerige und eine ätherische. Die letztere enthält verschiedene neben Gerbsäure in den Galläpfeln enthaltene Substanzen, die erste ist nichts anderes als eine wässerige Auflösung des Gerbsäurehydrats; sie liefert dieses beim Abdampfen. Aus der angegebenen Bereitungsweise kann man ohne Weiteres ersehen, daß das Gerbsäurehydrat als solches in den Galläpfeln enthalten ist, denn Aether und Wasser wirken nur als einfache Lösungsmittel. — Das Gerbsäurehydrat ($C_9H_3O_5, HO$) ist nicht krystallisirbar. Es stellt ein gelblichweißes, in Wasser leicht lösliches Pulver von zusammenziehendem Geschmack dar, leicht kenntlich daran, daß seine Lösung mit Eisensalzen schwarzblaue Niederschläge giebt, und daß daraus eine Auflösung von Leim (oder auch thierische Haut) alle Gerbsäure ausfällt, indem eine unlösliche Verbindung beider entsteht. — Auf letzterer Eigenschaft der Gerbsäure beruht die so ausgebreitete Anwendung gerbsäurehaltiger Substanzen, namentlich der Rinde der jungen Eichen, Erlen, Birken ꝛc. (im gestampften Zustande Lohe genannt) zur Lederbereitung (s. unten Thierchemie).

Die Gerbsäure erleidet in gelöster Form an der Luft eine interessante Veränderung. Sie verliert die Fähigkeit, Leim zu fällen und geht unter Entwicklung von Kohlensäure in das Hydrat einer neuen

Säure (Gallussäure, $C_7H_2O_4$) über. — Das Gallussäurehydrat krystallisirt, verbunden mit 1 Aeq. Krystallwasser, in schönen farblosen, glänzenden, in Wasser löslichen Prismen. Die Lösung fällt Eisensalze blauschwarz. —

Wir erwähnten der Gallussäure hier, weil das gallussaure Eisenoxydul-Oxyd neben dem gerbsauren die schwarz färbende Substanz unserer gewöhnlichen schwarzen Dinte ist. Das Gummi, welches die Dinte enthält, verhindert das Absetzen der fein vertheilten Niederschläge und giebt der Flüssigkeit die nothwendige dickflüssige Beschaffenheit.

Die besprochene Gerbsäure wird auch wohl Eichengerbsäure genannt, zur Unterscheidung von ganz ähnlichen, jedoch nicht völlig identischen Säuren, welche in den Chinarinden (Chinagerbsäure), im Safte von Acacia und Areca Catechu (Catechugerbsäure) ꝛc. enthalten sind.

B. Pflanzenbasen (Alkaloide).

Art des Vorkommens ꝛc.

§. 174.

Weit weniger verbreitet als die Pflanzensäuren finden sich die Pflanzenbasen in der Natur, auch gehören die meisten Pflanzenbasen ganz bestimmten Pflanzengattungen an, so findet sich das Morphin nur im Mohn, das Chinin und Cinchonin nur in den Chinarinden ꝛc. — Die Menge der Alkaloide ist in der Regel unbedeutend, oft sehr gering. Trotzdem spielen sie eine wichtige Rolle, indem fast alle auf den menschlichen Körper eine sehr energische Wirkung ausüben. Viele geben daher treffliche Heilmittel ab, die meisten aber sind höchst gefährliche Gifte. Die Wirkung sehr vieler vegetabilischen Arzeneimittel und fast aller giftigen Pflanzen ist in der That bedingt durch die darin enthaltenen Alkaloide. — Dieselben kommen in den Pflanzen nie frei, sondern stets mit Säuren verbunden vor, daher man bei ihrer Darstellung die Pflanzentheile, in denen sie enthalten sind, in der Regel mit durch Salz- oder Schwefelsäure schwach saurem Wasser auszieht, die Lösung, welche jetzt das mit der zugesetzten Säure verbundene Alkaloid enthält, eindampft und die Alkaloide, welche meist in Wasser unlöslich sind, durch ein Alkali ausfällt. Die so erhaltenen unreinen Alkaloide reinigt man alsdann in der Regel durch Auflösen in Weingeist, worin sich die meisten leicht lösen, Entfärben der Lösung durch Thierkohle und Krystallisiren. — Alle Alkaloide enthalten Stickstoff.

Ihrer Constitution nach sind die Pflanzenbasen offenbar Körper

wie das Ammoniak, denn mit wasserfreien Sauerstoffsäuren verbinden sie sich nicht zu Salzen, sondern nur mit ihren Hydraten oder mit Wasserstoffsäuren. Die Vorgänge scheinen daher genau entsprechend denjenigen, welche stattfinden, wenn man NH_3 mit dem Hydrat einer Sauerstoffsäure oder mit einer Wasserstoffsäure zusammenbringt; d. h. es scheint durch Verbindung mit der Wasserstoffsäure die Chlorverbindung eines dem Ammonium entsprechenden Radikals zu entstehen, indem der Wasserstoff der Wassersäure zu dem Alkaloid tritt, — durch Verbindung mit dem Hydrat einer Sauerstoffsäure aber entsteht in diesem Sinne ein Sauerstoffsalz, dessen Basis das Oxyd des nämlichen, dem Ammonium entsprechenden, durch Zutritt von H gebildeten Radikals ist. — Die Alkaloide, von Wasser so viel als möglich befreit, sind also keine Sauerstoffbasen, sondern sie werden dazu, indem 1 Aeq. Wasser zutritt. — Um jeder Verwechslung vorzubeugen, endigen wir die wasserfreien Alkaloide (welche dem NH_3 entsprechen) auf *in*, die daraus bei Zutritt von H entstehenden, dem NH_4 entsprechenden, nicht darstellbaren Radikale auf *ium*, — deren Oxyde aber, die eigentlichen Sauerstoffbasen, mögen mit dem Namen des Radikals und dem Anhang Oxyd bezeichnet werden. — Wir mußten auf diesen Gegenstand etwas genauer eingehen, weil darüber häufig die unklarsten Ansichten verbreitet sind.

Bei Angabe der Specialitäten können wir bei den Alkaloiden kurz sein, nur über das Vorkommen und die Wirkung einiger soll etwas bemerkt werden.

1. Morphin.

§. 175.

Das Morphin kommt in ziemlich bedeutender Menge (bis zu 10 Proc.) im Opium (dem eingetrockneten Milchsafte des orientalischen Mohns), in geringer Quantität in den Köpfen unseres Mohns (aber nicht im Samen oder anderen Theilen der Pflanze) vor, begleitet von mehreren anderen Alkaloiden. — Es stellt ein weißes, bitterlich schmeckendes, in kaltem Wasser kaum, in kochendem etwas lösliches Pulver dar, welches von heißem Weingeist in ziemlicher Menge gelöst wird. Seine Zusammensetzung wird durch die Formel $C_{35}O_6NH_{20}$ ausgedrückt. Beim Abkühlen seiner heißen, weingeistigen Lösung erhält man farblose, glänzende, säulenförmige Krystalle, welche bei 100° Wasser abgeben und zu Morphin werden. Sie können als Morphiumoxydhydrat $(C_{35}O_6NH_{21})O,HO$ betrachtet werden. — Die weingeistige Auflösung des Morphins reagirt alkalisch. In wässerigen Säuren löst sich das Morphin mit Leichtigkeit zu

neutral reagirenden, widerlich bitter schmeckenden Salzlösungen. Aus der neutralen schwefelsauren Lösung erhält man beim Abdampfen und Abkühlen weiße seidenglänzende Kryställchen von mit Krystallwasser verbundenem schwefelsaurem Morphiumoxyd $(C_{35}O_6NH_{21})O, SO_3 + 5$ aq. Bei 120° entweicht das Krystallwasser. — Aus der neutralen salzsauren Lösung erhält man Krystalle von mit Krystallwasser verbundenem Chlormorphium $(C_{35}O_6NH_{21})Cl + 6$ aq. — Das Morphin und die Morphiumverbindungen wirken Schlaf machend, betäubend, giftig, dienen als Arzeneimittel. — Die Mohnköpfe und das Opium verdanken ihm vorzugsweise, aber nicht ausschließlich, ihre Wirkung.

2. Chinin ($C_{40}H_{24}N_2O_4$) und 3. Cinchonin ($C_{40}H_{24}N_2O_2$).

§. 176.

Beide Alkaloide finden sich in den in der Medicin so hoch geschätzten Chinarinden, sind fest, weiß, schmecken sehr bitter, wirken kräftig, namentlich fiebervertreibend, nicht giftig; sind als Arzeneimittel im Gebrauch (hauptsächlich das schwefelsaure Chiniumoxyd), bedingen vorzugsweise die Wirkung der Chinarinden. — Das Cinchonin ist als solches, das Chinin nur in Verbindung mit Wasser krystallisirbar.

4. Strychnin ($C_{44}H_{23}N_2O_4$) und 5. Brucin ($C_{44}H_{25}N_2O_7$).

§. 177.

Beide kommen in der Gattung Strychnos, vorzugsweise in der Frucht von Strychnos Nux vomica (den sogenannten Krähenaugen) vor. Sie sind fest, schmecken im höchsten Grade bitter, wirken äußerst giftig, bedingen die giftige Wirkung der zur Vertilgung der Mäuse und Ratten zuweilen angewandten Krähenaugen, sind als Arzeneimittel selten im Gebrauch. —. Das Strychnin ist als solches, das Brucin nur in Verbindung mit Wasser krystallisirbar.

6. Veratrin (Zusammensetzung nicht genau bekannt).

§. 178.

Das Veratrin gehört der Gattung Veratrum (Nieswurz) an, von der es auch seinen Namen führt. Es ist fest, weiß, pulverig, schmeckt scharf, erregt in geringster Menge heftiges und anhaltendes Niesen, wirkt sehr giftig, bedingt die arzeneiliche und giftige Wirkung der weißen Nieswurz (Veratrum album) und des zur Vertilgung des Ungeziefers zuweilen angewandten Sabadillsamens (Veratrum Sabadilla).

7. Solanin (Zusammensetzung nicht genau bekannt).

§. 179.

Das Solanin gehört der Gattung Solanum an; es findet sich im Nachtschatten (Solanum nigrum) und den anderen Solanum-Arten, — auch in der Kartoffelpflanze (Solanum tuberosum), aber nicht in ihren Knollen. In erheblicher Menge hingegen in den Keimen, welche dieselben im Frühjahr treiben. Es ist weiß, pulverig, hat einen widrigen, kratzenden Geschmack und giftige Wirkung.

8. Nicotin ($C_{10}H_8N$).

§. 180.

Das Nicotin gehört der Gattung Nicotiana an und interessirt uns seines Vorkommens in der Tabakspflanze (Nicotiana Tabacum) halber. Es unterscheidet sich von den bisher abgehandelten Alkaloiden dadurch, daß es bei gewöhnlicher Temperatur nicht fest ist, sondern eine farblose, bei 250° siedende Flüssigkeit darstellt. Dieselbe riecht tabakähnlich, wirkt sehr giftig und bedingt die giftigen Wirkungen des Tabaks, welche bei den bloß getrockneten, nicht gegohrnen Blättern am deutlichsten hervortreten.

9. Caffeïn, Theïn ($C_8H_5N_2O_2$).

§. 181.

Das Caffeïn oder Theïn (beide Namen sind gleichbedeutend) macht von den bisherigen Alkaloiden in der Beziehung eine Ausnahme, daß es verschiedenen Pflanzengattungen angehört, denn es kommt sowohl im Kaffee (von Coffea arabica), als im Thee (von Thea chinensis, viridis, Bohea) und in einigen anderen Pflanzen vor. — Es stellt, mit 1 Aeq. Wasser verbunden, farblose, seidenglänzende, nadelförmige Krystalle dar, welche schwach bitterlich schmecken und weder giftig noch überhaupt energisch wirken. Es bedingt die Wirkungen des Thee- und Kaffee-Absuds nicht vorzugsweise.

10. Piperin ($C_{34}H_{19}NO_6$).

§. 182.

Das Piperin gehört der Gattung Piper (Pfeffer) an. Es stellt farblose, geruch- und geschmacklose, in Wasser nicht, in Weingeist leicht lösliche Krystalle dar. Die Lösung schmeckt pfefferartig, scharf. Das Piperin bedingt theilweise den Geschmack und die Wirkung des Pfeffers. —

Außerdem mögen noch folgende Alkaloide, weil sie bekannten Pflanzen angehören, genannt werden:

Emetin in der Brechwurzel (Cephaëlis Ipecacuanha),
Atropin in der Tollkirsche (Atropa Belladonna),
Hyoscyamin im Bilsenkraut (Hyoscyamus niger und albus),
Daturin im Stechapfel (Datura Strammonium),
Colchicin in der Herbstzeitlosen (Colchicum autumnale),
Aconitin im Eisenhut (Aconitum Napellus etc.),
Picrotoxin in den Kockelskörnern (Menispermum Cocculus),
Coniin im Schierling (Conium maculatum),
Theobromin in den Cacaobohnen (Theobroma Cacao).

Diese letztgenannten Alkaloide, mit Ausnahme des Theobromins, sind giftig, alle mit Ausnahme des Coniins fest.

C. Indifferente Pflanzenstoffe.

Weitere Eintheilung derselben.

§. 183.

Die indifferenten Pflanzenstoffe finden sich in den Pflanzen in vorwaltender Menge. Manche kommen in allen oder doch in vielen Pflanzen vor, andere gehören nur gewissen Familien, Gattungen oder Arten an.

Greift man verschiedene Körper aus der Gruppe der indifferenten Pflanzenstoffe heraus und untersucht ihr Verhalten in der Hitze, z. B. Stärkmehl, Zucker, Eiweiß u. s. w., so findet man, daß einige den Geruch gesengter Federn oder Haare verbreiten, andere zwar auch einen brenzlichen, aber von dem angeführten völlig verschiedenen ausgeben. Unterwirft man Körper von jenem und diesem Verhalten einer Elementaranalyse, so findet man, daß erstere Stickstoff enthalten, letztere nicht. Das große Gebiet der indifferenten Pflanzenstoffe kann man demnach spalten und die stickstofffreien Körper unterscheiden von den stickstoffhaltigen.

I. Stickstofffreie indifferente Pflanzenstoffe.

Allgemeines.

§. 184.

Wenn man Rohrzucker, Mandelöl, Terpentinöl, Leinenfaser, Rüböl, Stärkezucker, Wachholderöl, Baumwolle u. s. w., lauter Körper, die zu den stickstofffreien, indifferenten Pflanzenstoffen gehören, in buntem Gemisch sich vor Augen legt, so findet man ohne

Mühe, daß gewisse eine weit größere Aehnlichkeit mit einander haben, als andere. Ohne Weiteres würde man Mandelöl und Rüböl, Rohrzucker und Stärkezucker, Leinenfaser und Baumwollenfaser, Terpentinöl und Wachholderöl zusammenstellen, wenn man sich die Uebersicht erleichtern wollte.

Solche natürliche Gruppen hat man denn auch in der That und zwar anfangs bloß nach äußeren Kennzeichen gemacht; aber es fand sich später, daß die so eingetheilten Körper auch in chemischer Beziehung eine so große Uebereinstimmung zeigen, daß man die Gruppen mit vollstem Rechte bestehen lassen konnte. — Diese kleinen Gruppen sind in der That natürliche; sie können sehr passend mit den Gattungen der Pflanzen oder Thiere verglichen werden, von denen jede mehrere oder viele Arten hat, welche alle im Einzelnen von einander verschieden sind, in der Hauptsache aber Uebereinstimmung zeigen. Wir wollen in diesem Sinne versuchen, das vorliegende Gebiet zu überschauen.

Erste Gruppe.

Stärkemehle.

a. Gewöhnliches Stärkemehl, Stärke, Amylum.

§. 185.

a. Vorkommen. Das Stärkemehl findet sich in den Pflanzen sehr verbreitet; in besonderer Menge kommt es im Samen der Getreidearten (bis 60 Proc.) und Hülsenfrüchte (bis 40 Proc.), im Stamme vieler Palmen, in den Kartoffeln (bis 23 Proc.) und vielen anderen Wurzeln, in den unzeitigen Aepfeln u. s. w. vor.

b. Darstellung. Wenn man Kartoffeln auf einem Reibeisen reibt, den erhaltenen Brei auf ein Sieb wirft und mit Wasser wäscht, so fließt dies anfänglich milchig trübe, allmälig heller und endlich ganz hell ab. — Macht man Weizenmehl mit Wasser zu einem steifen Teig an, bindet denselben in ein Tuch und knetet ihn unter einem Wasserstrahl, so beobachtet man die nämliche Erscheinung, nur dauert es viel länger, bis man den Teig so weit ausgewaschen hat, daß das Wasser zuletzt klar abläuft. Läßt man die trüben Flüssigkeiten ruhig stehen, so bildet sich bald auf dem Boden der Gefäße ein weißer Niederschlag, der nach längerem Stehen sich so fest zusammensetzt, daß die überstehende, mehr oder minder klare Flüssigkeit ohne Mühe abgegossen werden kann. — Der so erhaltene Boden-

satz ist gewöhnliches Stärkemehl. Wir hätten solches auf ganz gleiche Art auch aus Erbsen, Linsen, unzeitigen Aepfeln ꝛc. erhalten können.

c. Eigenschaften. Betrachtet man das so erhaltene Stärkemehl unter einem Mikroskop, so sieht man, daß es aus lauter kleinen, rundlichen oder mehr länglichen Kügelchen besteht, an welchen man bei starker Vergrößerung concentrische Ringe und in deren Mitte einen Punkt sieht. — Bringt man ein sehr dünnes Kartoffelscheibchen unter das Mikroskop, so sieht man weiter, daß diese Kügelchen in größerer oder geringerer Anzahl in den Pflanzenzellen eingeschlossen sind. Man versteht jetzt leicht, warum man nur aus zerriebenen Kartoffeln das Stärkemehl auswaschen kann, denn nur aus den zerrissenen Zellen wäscht sie das Wasser hinweg. — Vergleicht man die Größe der einzelnen Kartoffelstärkekügelchen, so findet man, daß sie sehr verschieden ist; manche sind ganz klein, andere sind weit größer. Diese sind ganz oder fast ganz ausgewachsen, jene nicht. Die Ernährung (wenn man sich so ausdrücken will) und das Wachsen der Stärkekügelchen geschieht durch jenen, in der Mitte der concentrischen Kreise befindlichen Punkt, der nichts anderes als die nabelartige Oeffnung eines in's Innere des Kügelchens führenden Kanales ist; die concentrischen Kreise aber sind die nach einander entstandenen, ungleich alten Schichten, von denen die äußeren oder ältesten schon ganz hart geworden, die inneren jüngeren hingegen noch weich sind.

Das Wachsen der Stärkekügelchen hat eine Grenze, und diese ist bei verschiedenen Pflanzen außerordentlich verschieden; so sind z. B. die größten Kartoffelstärkekügelchen etwa dreimal so lang als die größten Weizenstärkekügelchen. Ein französischer Chemiker, Payen, hat die größten Dimensionen der Stärkekügelchen vieler Pflanzen bestimmt und dieselben in $^1/_{1000}$ Millimetern angegeben. Wir nehmen aus seinen Untersuchungen beispielsweise das Folgende auf:

Stärkemehl aus dicken Kartoffeln	185
» » gewöhnlichen Kartoffeln	140
» » Maranta arundinacea (Arrow-Root)	140
» » Bohnen	75
» » der Sagopalme	70
» » Linsen	67
» » Erbsen	50
» » Weizen	50
» » Mais	30
» » Runkelrübensamen	4.

In Betracht dieser ungleichen Größenverhältnisse kann daher das

Mikroskop als Mittel zur Unterscheidung der Stärkekügelchen verschiedener Pflanzen dienen. — Die Ungleichartigkeit giebt sich auch schon dem unbewaffneten geübten Auge zu erkennen; so erscheint die Weizenstärke als ein viel feineres Pulver als die Kartoffelstärke.

Uebergießt man Stärkemehl mit kaltem Wasser, so bleibt es völlig unverändert, zerreibt man es aber in einem Mörser anhaltend mit wenig Wasser, so erhält man eine steife Salbe. Durch das Reiben platzen nämlich die äußeren Schichten, und die inneren, noch weichen und halbflüssigen vertheilen sich in dem Wasser. — Rührt man Stärkemehl mit 15 bis 20 Theilen Wasser an und erhitzt die milchige Flüssigkeit, so bemerkt man, daß sie bei 55° schleimig, und bei 72 — 100° zu einer dicken, gelatinösen Masse (zu Stärkekleister) wird. Der Stärkekleister ist nichts anderes, als durch Aufnahme von Wasser aufgequollenes und durchscheinend gewordenes, in Wasser vertheiltes (nicht aber gelöstes) Stärkemehl. Durch ein Papierfilter kann man das aufgequollene Stärkemehl zwar so nicht vom Wasser, in dem es vertheilt ist, scheiden, wohl aber nach vorhergegangenem Gefrieren. — In Weingeist ist das Stärkemehl unlöslich.

d. Zusammensetzung. Unterwirft man reines, bei 100° getrocknetes Stärkemehl der Elementaranalyse, so findet man, daß es in 100 Theilen aus 44,44 Kohlenstoff, — 6,17 Wasserstoff und 49,39 Sauerstoff besteht, daß also seine Zusammensetzung durch die Formel $C_6H_5O_5$ ausdrückbar ist. Diese Zusammensetzung zeigt das Stärkemehl, aus welchen Pflanzen man es auch genommen haben mag. — Auch die einzelnen Schichten der Stärkekügelchen sind ganz gleichen Stoffes und enthalten nur verschiedene Mengen von Wasser. — Die im Handel vorkommende, in einem warmen Luftstrome getrocknete Stärke enthält ebenfalls noch Wasser, und kann als ein Hydrat des Stärkemehls betrachtet werden, nämlich als $C_6H_5O_5 + 2HO$. Dieser Wassergehalt entspricht 18,2 Proc. — Das gewöhnliche Stärkemehl enthält außerdem noch Spuren von Fett, Wachs und eiweißartigen Substanzen, die als von außen mit eingedrungene Verunreinigungen zu betrachten sind und durch Waschen mit Aether ꝛc. entfernt werden können.

e. Verbindungen. Bringt man Stärkemehl als Pulver oder Kleister mit Jod zusammen, am besten mit der weingeistigen Lösung desselben, der Jodtinktur, so entsteht sogleich eine höchst intensiv violettblau gefärbte Verbindung beider. Bei Anwendung von pulverigem Stärkemehl ist die Verbindung am Anfang oberflächlich, allmälig aber werden alle Schichten durchdrungen. — Die Herstellung der blauen Jodstärke giebt ein vortreffliches Mittel ab, sowohl die Ge-

genwart des Jods oder eines Jodmetalls durch Stärke, als die Gegenwart des Stärkemehls durch Jod zu entdecken. Hat man z. B. eine Mutterlauge, welche auf ein Jodmetall geprüft werden soll, so braucht man nur etwas Stärkekleister zuzumischen und alsdann eine Spur Chlorgas oder Chlorwasser zuzusetzen. Ist ein Jodmetall vorhanden, so wird das Jod durch das Chlor, welches sich seines Metalls bemächtigt, in Freiheit gesetzt und bildet mit dem vorhandenen Stärkemehl alsdann die blaue Verbindung. Da ein Ueberschuß von Chlor dieselbe wieder zersetzt, so hat man beim Zufügen desselben sehr behutsam zu verfahren. — Will man andererseits in einer Wurzel, einer Frucht oder dergleichen Stärkemehl entdecken, so braucht man nur die Schnittfläche mit etwas Jodtinktur zu benetzen. Die Stärkekügelchen erscheinen alsdann sogleich schwarzblau gefärbt, was schon mit bloßem Auge sehr gut, noch besser freilich mit Hülfe eines Mikroskops wahrzunehmen ist. — Fast noch sicherer aber entdeckt man in solchen Körpern das Stärkemehl, wenn man sie mit Wasser kocht und die abgegossene Flüssigkeit mit Jodtinktur prüft.

Die Stärke verbindet sich auch mit Basen, z. B. mit Kalk, Bleioxyd. — Letztere Verbindung erhält man durch Zusatz von basisch essigsaurem Bleioxyd (s. u.) zu dünnem Stärkekleister in Gestalt eines unlöslichen weißen Pulvers. Aus der Zusammensetzung desselben, welche durch die Formel $PbO, C_6H_5O_5$ ausgedrückt wird, hat man das Aequivalent des Stärkemehls abgeleitet.

Verhalten des Stärkemehls in der Hitze und zu Säuren (Stärkegummi, Dextrin).

§. 186.

Erwärmt man wasserfreies Stärkemehl auf etwa 200°, so verwandelt es sich in eine hellbräunliche, in Wasser lösliche, pulverige Substanz, ohne daß dabei ein Bestandtheil hinweg- oder hinzukommt; wendet man lufttrocknes Stärkemehl an, so erleidet es unter Wasserverlust dieselbe Veränderung. Die neu gebildete Substanz stellt aber in dem Falle eine geschmolzene Masse dar. Das so veränderte Stärkemehl hat den Namen Stärkegummi, oder, wegen eines eigenthümlichen Verhaltens zu polarisirtem Lichte (seine Lösung hat für dasselbe ein Drehungsvermögen nach rechts), Dextrin erhalten. — Das Stärkegummi hat dieselbe procentische Zusammensetzung wie das Stärkemehl, seine Verbindung mit Bleioxyd im niedrigsten Verhältnisse aber ist $PbO, C_{12}H_{10}O_{10}$. Das Aequivalent desselben ist also noch einmal so groß, wie das der Stärke, und seine Formel demnach $C_{12}H_{10}O_{10}$.

Das Dextrin entsteht aus dem Stärkemehl auch auf anderem Wege, z. B. wenn man Stärkemehl oder Kleister mit sehr verdünnter Schwefelsäure oder einer andern Säure kurze Zeit kocht, oder mit Malzaufguß bis zur Auflösung erwärmt. Mischt man die dadurch erhaltenen dünnflüssigen Lösungen mit Weingeist, so schlägt sich sogleich das Dextrin in Form eines weißen Pulvers nieder. — Setzt man die beiden angeführten Processe länger fort, so schlägt Weingeist nichts mehr nieder, denn in dem Falle wird das gebildete Dextrin wieder verändert und geht, wie wir unten sehen werden, in Zucker über. — Eine Dextrinlösung wird von Jod nicht blau gefärbt und von basisch essigsaurem Bleioxyd nicht gefällt.

Erwärmt man Stärkemehl mit mäßig verdünnter Salpetersäure, so löst es sich mit Leichtigkeit, setzt man das Erwärmen fort, so entwickelt sich eine Masse salpetriger Säure, und die rückständige Flüssigkeit liefert alsdann beim Abdampfen und Abkühlen eine reichliche Menge krystallisirter Oxalsäure, in Lösung bleibt Zuckersäure, eine uns nicht näher interessirende Substanz.

Das Stärkemehl und das Dextrin finden im Leben eine ausgedehnte Anwendung und werden deshalb fabrikmäßig dargestellt. Wir behandeln diesen Gegenstand, sowie die Prüfung und Unterscheidung des Stärkemehls, und endlich die Prüfung einer Pflanze oder eines Pflanzentheils auf Stärkegehalt in der Abtheilung IV.

b. Inulin (Dahlin).

§. 187.

Das Inulin wurde zuerst in der Wurzel der Inula Helenium gefunden und hat daher seinen Namen. Seither hat man es auch in den Wurzeln von Dahlia purpurea, Colchicum autumnale, Leontodon taraxacum, Cichorium Intybus, Helianthus tuberosus und vielen anderen gefunden, in manchen bis zu 12 Proc. — Man kann es zwar auf ähnliche Art, wie das Stärkemehl, durch bloßes Auswaschen der zerkleinerten Pflanzentheile erhalten, bequemer aber gewinnt man es durch Auskochen derselben, Filtriren und Eindampfen der Lösung bis zur Bildung einer Haut auf der Oberfläche. Beim Erkalten trübt sich alsdann die klare Flüssigkeit und das Inulin scheidet sich als weißer Bodensatz ab. — Dasselbe stellt, an der Luft getrocknet, ein weißes, aus sehr feinen Körnchen bestehendes Pulver dar, in der Wärme getrocknet erscheint es als eine harte, gelbliche, durchscheinende Masse. Es ist geschmacklos, löst sich in kaltem Wasser kaum, in heißem reichlich zu einer schleimigen (nicht kleisterarti-

gen) Flüssigkeit, aus der es sich beim Erkalten, wie bereits angeführt, pulverig abscheidet. Von Weingeist wird es nicht aufgenommen. — Mit Jod vereinigt sich das Inulin zu einer gelben, in Wasser unlöslichen Verbindung. — Die procentische Zusammensetzung des Inulins ist gleich der des Stärkemehls, das Aequivalent des Inulins aber scheint (die Frage ist noch nicht bis zur vollständigen Gewißheit entschieden) viermal so groß zu sein. Wir geben ihm daher die Formel $C_{24}H_{20}O_{20}$. — Das Inulin läßt sich nicht in Dextrin überführen, sondern es liefert, für sich erwärmt, eine noch nicht näher untersuchte, süßlich gummiartig schmeckende, graue Substanz, beim Erhitzen mit verdünnten Säuren aber geht es unmittelbar in Zucker über. — Zu mäßig verdünnter Salpetersäure verhält sich das Inulin wie das Stärkemehl.

c. Moosstärke.

§. 188.

Die Moosstärke findet sich im Isländischen Moos und anderen Flechten in bedeutender Menge (45 Proc.), nicht aber in sonstigen Pflanzenfamilien. Man erhält sie aus dem Isländischen Moos, nachdem man dasselbe durch schwache Pottaschelösung, dann durch Auswaschen mit Wasser von einigen Substanzen befreit hat, auf dieselbe Weise wie das Inulin. — Beim Abdampfen bilden sich auf der Oberfläche der Flüssigkeit unlösliche Häute, beim Erkalten erstarrt die hinlänglich eingeengte Lösung zu einer geleeartigen, aufgequollenen Masse. Trocknet man dieselbe, so erhält man die Moosstärke in unreinem Zustande als spröde braunschwarze Masse, löst man diese in Wasser und fällt die filtrirte Flüssigkeit mit Weingeist, so erhält man die Moosstärke rein. — Sie stellt alsdann einen gelblichen, harten, mit Wasser übergossen wieder aufschwellenden, in heißem Wasser löslichen, beim Erkalten sich gallertartig abscheidenden Körper dar, ohne Geschmack, von schwachem Moosgeruch. Beim Erwärmen mit verdünnter Schwefelsäure geht dieselbe in Zucker über. Zu mäßig verdünnter Salpetersäure verhält sich die Moosstärke wie das Stärkemehl. — Jod färbt sie bräunlichgelb. — Die Moosstärke hat dieselbe procentische Zusammensetzung wie das Stärkemehl. Man giebt ihr gewöhnlich die Formel $C_{12}H_{10}O_{10}$, obgleich ihr Aequivalent nicht mit völliger Gewißheit bekannt ist.

Rückblick auf die Gruppe der Stärkemehle.

§. 189.

I. Allgemeiner Charakter.

Geschmacklose, amorphe, in kaltem Wasser, Weingeist und Aether unlösliche, in verdünnter Schwefelsäure beim Kochen lösliche und dabei in Zucker übergehende, beim Kochen mit Salpetersäure Oxalsäure liefernde Körper.

II. Charaktere der Arten.

a) Mit kochendem Wasser Kleister bildend, mit Jod blau: gewöhnliche Stärke.
b) In kochendem Wasser zur schleimigen Flüssigkeit löslich, beim Erkalten sich pulverig abscheidend, mit Jod gelb: Inulin.
c) In kochendem Wasser zur schleimigen Flüssigkeit löslich, beim Erkalten sich gallertartig abscheidend, mit Jod braungelb: Moosstärke.

Zweite Gruppe.

Gummi und Pflanzenschleim.

§. 190.

Das Gummi ist in den Pflanzen überaus verbreitet, es findet sich aufgelöst in ihren Säften. In manchen bildet es sich in so großer Menge, daß eine concentrirte Lösung desselben aus gesprungenen oder verletzten Stellen der Rinde ausfließt und bei Verdunstung des Wassers zu tropfenförmigen Massen erhärtet, so liefern z. B. verschiedene Arten der Gattung Acacia das arabische Gummi, der Gattung Cerasus das Kirschgummi, der Gattung Prunus das Pflaumengummi. — Das arabische und Senegalgummi ist fast reines Gummi (es enthält nur geringe Mengen unorganischer Körper, namentlich Kalk), und daher am geeignetsten zur Darstellung des ganz reinen Gummis. Man erhält dieses aus der wässerigen, mit etwas Salzsäure vermischten Auflösung des arabischen Gummis bei Zusatz von Weingeist als weißen Niederschlag. — Das Gummi stellt eine amorphe, geschmacklose, pulverige, — oder feste und alsdann durchscheinende, glasigen Bruch zeigende Masse dar. Es ist ohne Geruch, wird im Munde schlüpfrig und klebend, hat aber keinen eigentlichen Geschmack. Es löst sich in kaltem wie heißem Wasser leicht zu einer bei stärkerer Concentration dickflüssigen, klebenden Flüssigkeit (Gummi-

schleim), daher seine Anwendung bei Papparbeiten, zur Bereitung der Dinte ꝛc. — In Weingeist ist es unlöslich, seine wässerige Lösung lenkt das polarisirte Licht nicht ab (Unterschied von Dextrin). — Kocht man eine Gummilösung mit verdünnter Schwefelsäure, so geht das Gummi in Zucker über, — kocht man sie mit mäßig verdünnter Salpetersäure, so entwickelt sich, wie bei Stärke, eine reichliche Menge salpetriger Säure. Läßt man aber die Lösung erkalten, so zeigt sie ein von dem einer gleichbereiteten Stärkelösung wesentlich verschiedenes Verhalten; sie trübt sich nämlich und setzt einen weißen Bodensatz ab, der sich wie eine Säure verhält und den Namen Schleimsäure erhalten hat. Die Flüssigkeit enthält außerdem etwas Oxalsäure. — In Bezug auf Zusammensetzung und Aequivalent stimmt das Gummi mit dem Dextrin vollkommen überein, seine Formel ist daher ebenfalls $C_{12}H_{10}O_{10}$.

In Verbindung mit Kalk und Kalksalzen, namentlich phosphorsaurem Kalk, verändert das Gummi seine Eigenschaften. Es löst sich nicht mehr in Wasser, sondern quillt damit auf und ertheilt ihm eine schleimige Beschaffenheit. Solche Flüssigkeiten, sogenannte Pflanzenschleime, kommen sehr verbreitet im Gewächsreiche vor. Manche Pflanzentheile, z. B. die Quittensamen, Flöhsamen, Leinsamen, die Altheawurzel u. s. w., sind so reich daran, daß sie, mit Wasser geschüttelt oder gekocht, einer großen Menge desselben stark schleimige Eigenschaften ertheilen. Aus den Pflanzenschleimen erhält man reines Gummi, wenn man dem dünnen wässerigen Schleime etwas Salzsäure zusetzt, die Lösung von dem ungelöst bleibenden Stärkemehl abfiltrirt und die Flüssigkeit mit Weingeist fällt. — Ehe die Thatsache vollständig bewiesen war, daß die verschiedenen Pflanzenschleime Verbindungen von Gummi mit mehr oder weniger Kalk und Kalksalzen sind, hielt man den Pflanzenschleim für einen eigenthümlichen, indifferenten Pflanzenstoff.

Gummi und Pflanzenschleim bedingen die einhüllende, besänftigende, lösende ꝛc. Wirkung der schleimigen Arzeneimittel. Die meisten derselben enthalten Gummi und Schleim neben einander und außerdem Stärkemehl; so besteht z. B. das Kirschgummi und Pflaumengummi aus etwa $^4/_5$ Schleim und $^1/_5$ Gummi, — der Traganth (das aus Astragalus creticus ausschwitzende Gummi) und der Salep (die Wurzelknollen verschiedener Orchisarten) aus viel Schleim, wenig Gummi und etwas Stärke ꝛc.

Dritte Gruppe.

Gallertartige Stoffe.

a. Pektin.

§. 191.

Das Pektin ist ebenfalls einer der verbreitetsten näheren Pflanzenbestandtheile. Es findet sich in sehr vielen Pflanzen, namentlich in fleischigen Früchten und Wurzeln, so in den Aepfeln, Birnen, Quitten, Aprikosen, Johannisbeeren, Pflaumen, in den gelben Rüben, in den Knollen von Helianthus tuberosus u. s. w. — Man erhält es daraus, verbunden mit unorganischen Salzen (7 — 8 Proc.), wenn man den Saft der Früchte oder Wurzeln kocht, die abgeschiedenen Stoffe abfiltrirt und das Filtrat mit starkem Weingeist mischt, in Form eines gallertartigen, aufgequollenen Niederschlags. Durch Auflösen in etwas Salzsäure enthaltendem Wasser und nochmaliges Niederschlagen mit Weingeist läßt es sich reinigen. Das reine Pektin stellt eine farblose, geruch- und geschmacklose, holzfaserartige, in Wasser zu einer opalisirenden Flüssigkeit auflösliche Substanz dar; das nicht durch Salzsäure gereinigte ist nach dem Trocknen halbdurchscheinend, der getrockneten Hausenblase ähnlich, quillt in Wasser auf und vertheilt sich darin zu einer gelatinirenden Flüssigkeit. Das unreine verhält sich demnach etwa zu dem reinen, wie der Pflanzenschleim zum Gummi. — Das Pektin verbindet sich mit vielen Basen theils zu löslichen Verbindungen (so mit Kalk, Thonerde ꝛc.), theils zu unlöslichen, im feuchten Zustande gallertartigen.

Kocht man eine Auflösung des Pektins mit etwas Salzsäure oder Schwefelsäure, so färbt sie sich bald rosenroth; das Pektin geht dabei größtentheils in Zucker über. Zu mäßig verdünnter Salpetersäure verhält sich das Pektin wie das Gummi, d. h. es liefert Schleimsäure und Oxalsäure.

Das Pektin ist die Ursache, daß die durch Einkochen eingedickten Fruchtsäfte beim Erkalten gelatiniren (Himbeerengelée, Johannisbeerengelée ꝛc.).

b. Pektinige Säure und c. Ueberpektinsäure *).

§. 192.

Beide dem Pektin sehr nahe stehende Körper sind aller Wahrscheinlichkeit nach stete Begleiter desselben. Man erhält die pekti-

*) Man werde daran nicht irre, daß diese Substanzen Säuren genannt sind.

nige Säure aus dem mit Wasser erschöpften (von Pektin befreiten) Rückstande zerriebener weißer Rüben oder dergl., wenn man denselben mit sehr verdünnter Salzsäure kocht, die erhaltene aufgequollene Masse auf ein Filter bringt und das Filtrat mit Weingeist mischt, als gallertartigen, beim Trocknen holzartig werdenden, in Wasser zu einer schwach sauren Flüssigkeit löslichen Niederschlag. — Kocht man den mit verdünnter Salzsäure behandelten und mit Wasser ausgewaschenen Rückstand der zerriebenen weißen Rüben mit ganz verdünnter Kalilauge, filtrirt und mischt das Filtrat mit verdünnter Salzsäure, so erhält man wiederum einen gallertartigen, beim Trocknen holzartig werdenden, in Wasser unlöslichen Niederschlag. Derselbe ist Ueberpektinsäure. — Die pektinige und die Ueberpektinsäure sind in den Pflanzensäften nicht frei enthalten, sondern in Verbindung mit Basen (Kalk).

d. Pektinsäure.

§. 193.

Erwärmt man eine Lösung von Pektin oder von pektiniger Säure mit etwas Kalilauge und setzt dann eine Säure zu, so scheidet sich ein in Wasser unlöslicher, gallertartiger Niederschlag ab, der durch Auswaschen mit Wasser und Weingeist, Auflösen in verdünntem Salmiakgeist und nochmaliges Fällen mit Salzsäure rein erhalten wird. Getrocknet gleicht er der Ueberpektinsäure. Er ist Pektinsäure. Dieselbe läßt sich ohne Mühe auch direkt aus weißen Rüben und anderen, Pektin oder pektinige Säure enthaltenden Stoffen durch Auskochen derselben mit verdünnter Kalilauge erhalten. Von der durch Salzsäure etwa mitgefällten Ueberpektinsäure wird sie durch Auflösen in Ammon getrennt, denn dieses löst die Ueberpektinsäure nicht. — Aus dem Angeführten läßt sich ersehen, daß es schwer zu entscheiden ist, ob die Pektinsäure bereits fertig gebildet in den Pflanzen vorkommt oder nicht. Am wahrscheinlichsten ist es, daß sie erst bei der Behandlung mit Alkalien aus dem Pektin und der pektinigen Säure gebildet wird.

Die pektinige, Pektin- und Ueberpektinsäure liefern, wie das Pektin, mit verdünnter Salz- oder Schwefelsäure gekocht, Zucker. —

Sie verdienen diesen Namen nicht mehr und nicht weniger als das Pektin, und passen offenbar besser hierhin als an die Seite der Weinstein-, Aepfelsäure ꝛc. Man erinnere sich aber stets, daß alle Eintheilung in der Natur nur zur Erleichterung der Uebersicht von Menschen gemacht ist; die Natur kennt keine Abtheilungen und Scheidewände; sie ist ein Ganzes.

Diese Umwandlung findet auch in dem Lebensprocesse der Pflanzen und bei dem Aufbewahren der Früchte Statt. — Die Verbindungen der pektinigen Säure und Ueberpektinsäure mit Kalk bedingen hauptsächlich die Form und Dichtigkeit der fleischigen Früchte und Wurzeln. Die pektinige, Ueberpektin- und Pektinsäure bilden mit den meisten Basen unlösliche, im feuchten Zustande gallertartige Salze.

Die Zusammensetzung der abgehandelten gallertartigen Pflanzenstoffe und ihre Aequivalente werden durch folgende Formeln ausgedrückt:

Pektin . . . . . = $C_{28} H_{21} O_{24}$
Pektinige Säure = $C_{28} H_{21} O_{25}$
Pektinsäure . . . = $C_{28} H_{20} O_{26}$
Ueberpektinsäure = $C_{28} H_{19} O_{27}$.

Rückblick auf die gallertartigen Stoffe.

a) In Wasser lösliche:
   α) Auch in Verbindung mit Kalk löslich: Pektin.
   β) In Verbindung mit Kalk unlöslich: Pektinige Säure.

b) In Wasser unlösliche:
   α) In wässerigem Ammon löslich: Pektinsäure.
   β) » » » unlöslich: Ueberpektinsäure.

Vierte Gruppe.

Zuckerarten.

a. Rohrzucker.

§. 194.

a. Vorkommen. Der Rohrzucker wurde zuerst im Zuckerrohr aufgefunden und aus demselben dargestellt, daher sein Name. Später fand man, daß er ziemlich verbreitet im Pflanzenreich vorkommt, so in den Runkelrüben, Möhren, Kürbissen, Ananas, Kastanien, in den Maisstengeln, im Ahorn u. s. w.

b. Darstellung. Zerschneidet man Runkelrüben in Scheiben, trocknet dieselben, zerstößt sie, kocht das Pulver mit ziemlich starkem Weingeist (von etwa 80 Proc. s. u.) aus und läßt die abfiltrirte Flüssigkeit bei gewöhnlicher Temperatur verdunsten, so erhält man mit Hydratwasser verbundenen Rohrzucker (wasserfrei läßt sich derselbe nicht darstellen) in Gestalt kleiner harter Krystalle. Das Rohr-

zuckerhydrat heißt man in der Regel schlechtweg Rohrzucker. — Man stellt dasselbe, wie bekannt, in ungeheurer Menge fabrikmäßig dar und bringt es, zum Theil völlig rein, in den Handel. Die Methode der Darstellung siehe in der Abtheilung IV.

c. Eigenschaften. Der mit Hydratwasser verbundene Rohrzucker stellt im gut krystallisirten Zustande große, geschoben vierseitige oder unregelmäßig sechsseitige, mit zwei Flächen zugeschärfte Säulen dar. Im Handel führt der deutlich krystallisirte Rohrzucker den Namen Kandiszucker. Der Hutzucker besteht aus angehäuften kleinen Krystallkörnern. — Der Rohrzucker ist hart, leicht pulverisirbar, liefert ein blendend weißes Pulver. Er hat keinen Geruch und den bekannten sehr süßen Geschmack. In kaltem wie heißem Wasser löst er sich leicht zu einer bei stärkerer Concentration dickflüssigen, zähen, das polarisirte Licht nach rechts ablenkenden Flüssigkeit. Die heiß gesättigte Lösung liefert langsam erkaltend große Zuckerkrystalle, deren Form kleine Abweichungen zeigt, je nachdem der Zucker aus Zuckerrohr, Runkelrüben oder anderen Pflanzen stammt. In wasserfreiem Weingeist ist der Rohrzucker in der Kälte nicht, in der Hitze wenig löslich, leichter wird er von wasserhaltigem Weingeist aufgenommen. — Dampft man eine Zuckerlösung so weit ab, daß sie eine dickflüssige, ölige Masse darstellt, und gießt sie dann auf ein kaltes Blech, so erhält man amorphen Zucker (sogenannten Gerstenzucker) in Gestalt einer durchscheinenden Masse. Beim Aufbewahren wird dieselbe trübe, indem der amorphe Zucker sich in kleine Zuckerkrystalle verwandelt. — Erhitzt man Rohrzucker vorsichtig, so gelingt es, ihn ohne Zersetzung und Gewichtsverlust (bei 160°) zu schmelzen.

d. Zusammensetzung. Der krystallisirte Rohrzucker (das Rohrzuckerhydrat) besteht in 100 Theilen aus 42,10 Kohlenstoff, 6,44 Wasserstoff und 51,46 Sauerstoff. Seine Zusammensetzung wird durch die Formel $C_{12} H_{11} O_{11}$ genau ausgedrückt. Mischt man eine gewogene Menge krystallisirten Zuckers in gepulvertem Zustande mit Bleioxyd, wägt das Gemenge, befeuchtet es mit Wasser und trocknet es dann bei 100°, so wiegt die Masse weniger als zuvor. Durch das Bleioxyd ist Wasser ausgetrieben worden, und zwar genau 1 Aequivalent. Der mit Bleioxyd verbundene wasserfreie Zucker hat demnach die Formel $C_{12} H_{10} O_{10}$, der krystallisirte Zucker aber ist $C_{12} H_{10} O_{10} + HO$. — Der wasserfreie Zucker verbindet sich auch mit anderen Basen.

e. Zersetzungen. Erhitzt man Zucker bis zu 210°, so bräunt sich die anfangs klare, zähe Flüssigkeit unter Entwicklung von Wasserdämpfen, welche starkes Aufblähen veranlassen. Die zurückbleibende

Masse ($C_{12} H_9 O_9$) hat den Namen Caramel erhalten. Sie schmeckt nicht unangenehm bitter und löst sich in Wasser und schwachem Weingeist mit schön brauner oder bei größerer Verdünnung braungelber Farbe leicht auf. Solche Lösungen führen den Namen Tinctura Sacchari, Zuckerfarbe ꝛc., und werden häufig zum Färben der Liqueure gebraucht.

Kocht man eine Rohrzuckerlösung längere Zeit für sich, so liefert sie beim Abkühlen keine Krystalle mehr; dieselbe Veränderung wird ungleich schneller und bei viel niedrigerer Temperatur bewerkstelligt bei Zusatz einer verdünnten Säure, — desgleichen (aber nur partiell), wenn man die mäßig verdünnte Lösung mit Hefe vermischt und so lange stehen läßt, bis sich Kohlensäure zu entwickeln anfängt. Diese Erscheinungen beruhen darauf, daß der Rohrzucker unter diesen Verhältnissen in die folgende Zuckerart übergeht, vergl. §. 196.

Kocht man eine, mit etwas Schwefelsäure oder Salzsäure versetzte Zuckerlösung, so bräunt sie sich und setzt einen braunschwarzen Niederschlag ab, auf den wir unten bei den Humussubstanzen zurückkommen werden. — Mit mäßig verdünnter Salpetersäure erwärmt liefert der Rohrzucker dieselben Produkte wie das Stärkemehl.

b. Traubenzucker (Krümelzucker, Stärkezucker).

§. 195.

a. Vorkommen. Der Traubenzucker findet sich im Pflanzenreich sehr verbreitet. Die meisten süßen Früchte, Wurzeln ꝛc. verdanken ihm ihre Süßigkeit. In reichlichster Menge (bis zu $\frac{1}{3}$ des Saftes) findet er sich in den reifen Weinbeeren, daher sein Name. — Er bildet sich ferner aus dem Rohrzucker unter den bei diesem angeführten Verhältnissen, desgleichen aus den Stärkearten bei Einwirkung von Malzlösung, aus diesen, dem Gummi und den Gallertestoffen bei Einwirkung verdünnter Säuren. — Einige weitere Zersetzungen, bei denen er ebenfalls entsteht, werden wir später noch kennen lernen.

b. Darstellung. 1) Aus Weinbeeren erhält man den Traubenzucker durch Zusatz von kohlensaurem Kalk (Kreide) zu dem gekochten und abgeschäumten Traubensaft bis zur Neutralität, Abdampfen auf die Hälfte, Abgießen der Flüssigkeit von dem in der Ruhe sich absetzenden Niederschlag, Klären mit Eiweiß (s. u. Abschn. 4.), Abdampfen zum dicken Syrup und Hinstellen in die Kälte. Nach Verlauf einiger Tage findet man denselben größtentheils zu einer braunen krystallinischen Masse erstarrt. Man preßt dieselbe aus,

löst sie in Wasser, entfärbt die Lösung durch Thierkohle und bringt sie wieder zur Krystallisation. b) Aus Stärkemehl. Man kocht dasselbe mit sehr verdünnter Schwefelsäure so lange, bis die Lösung durch Weingeist nicht mehr gefällt wird (bis alles Dextrin in Zucker übergegangen), setzt kohlensauren Kalk, besser kohlensauren Baryt, im Ueberschuß zu, dampft ein, stellt ruhig hin, gießt oder filtrirt die Lösung ab und verdampft sie zur Krystallisation. — Auf die Darstellung des Stärkezuckers im Großen kommen wir in der Abtheilung IV zurück.

c. Eigenschaften. Der Traubenzucker, wie er nach den angegebenen Methoden erhalten wird, enthält noch Krystallwasser. Er erscheint in warzenförmigen oder blumenkohlartigen, harten, krystallinischen Gestalten und giebt zerrieben ein weißes Pulver. Er schmeckt mehlig, etwas stechend und weit weniger süß als der Rohrzucker (man braucht $2\frac{1}{2}$mal so viel, um dieselbe Süße zu erzielen), löst sich langsam in kaltem Wasser, auch in geringerer Menge als der Rohrzucker, von heißem wird er in jedem Verhältniß aufgenommen. Wasserfreier Weingeist löst ihn nicht, wasserhaltiger um so mehr, je wasserhaltiger er ist. Die wässerige Lösung des Traubenzuckers lenkt den polarisirten Lichtstrahl nach rechts ab. — Bei 100° giebt der krystallisirte Traubenzucker sein Wasser ab und stellt einen dickflüssigen Syrup dar.

d. Zusammensetzung. Der wasserfreie Traubenzucker besteht aus 40,00 Proc. Kohlenstoff, 6,66 Proc. Wasserstoff und 53,34 Proc. Sauerstoff, seine Formel ist $C_{12} H_{12} O_{12}$. Der krystallisirte ist $C_{12} H_{12} O_{12} + 2\,aq.$ — Der wasserfreie Traubenzucker verbindet sich mit Basen.

e. Zersetzungen. Beim Erhitzen auf 200° und weiter, sowie beim Erwärmen mit Salpetersäure verhält sich der Traubenzucker wie Rohrzucker; — seine mäßig verdünnte Lösung, mit Hefe zusammengebracht, entwickelt Kohlensäure, während sich im Rückstand Weingeist bildet. Dieser Zersetzungsproceß des Traubenzuckers heißt geistige oder weinige Gährung. Wir kommen auf dieselbe und die dabei entstehenden Produkte, welche für uns vom höchsten Interesse sind, im Abschnitt 3 zurück.

Die Methoden, Rohrzucker und Traubenzucker neben einander zu erkennen, sowie ihrem Gewichte nach zu bestimmen, siehe in der Abtheilung IV.

Anhang.

Fruchtzucker und Schleimzucker.

§. 196.

Manche Chemiker nehmen außer den beiden abgehandelten Zuckerarten noch verschiedene andere an, namentlich im nicht krystallisirbaren Syrup des Traubensaftes und anderer Früchte den Fruchtzucker.

In Bezug auf diese Annahme ist Folgendes zu merken:

1) Es ist gewiß, daß der sogenannte Fruchtzucker süßer von Geschmack ist, als der Traubenzucker; auch löst sich derselbe in jedem Verhältnisse in Wasser.
2) Es ist gewiß, daß der Fruchtzucker den polarisirten Lichtstrahl nach links ablenkt.
3) Es ist gewiß, daß der sogenannte Fruchtzucker ohne Weiteres mit Hefe in geistige Gährung übergeht.
4) Es ist gewiß, daß der bei 100° getrocknete Fruchtzucker dieselbe Zusammensetzung hat, wie der wasserfreie Traubenzucker.
5) Es ist ungewiß, ob das angeführte, von dem des Traubenzuckers etwas abweichende Verhalten des Fruchtzuckers darauf beruht, daß derselbe wirklich eine verschiedene Zuckerart ist, oder darauf, daß gewisse, vielleicht sehr geringe Beimengungen (Salze, Gummi oder dergl.) den Traubenzucker in Bezug auf sein Verhalten zum polarisirten Lichte, seinen Geschmack und seine Löslichkeit in angegebener Art verändern. (Man denke an Gummi und Pflanzenschleim, reines und unreines Pektin.)

Fast noch unwahrscheinlicher ist die Annahme, daß durch Kochen seiner Lösung unkrystallisirbar gewordener Rohrzucker eine eigene Zuckerart, die man Schleimzucker oder Syrupzucker genannt hat, darstelle.

Fünfte Gruppe.

Zuckerähnliche Stoffe.

§. 197.

Unter dieser Benennung fassen wir mehrere Stoffe zusammen, die man früher zu den Zuckerarten rechnete, weil sie wie diese in

Wasser löslich sind und süß schmecken. Sie unterscheiden sich jedoch wesentlich von denselben dadurch, daß ihre Lösungen mit Hefe in Berührung der geistigen Gährung weder fähig sind, wie der Traubenzucker, noch werden, wie der Rohrzucker.

a. Mannit.

a. Vorkommen. Den Mannit fand man zuerst in großer Menge in der sogenannten Manna (einem bekannten, als gelindes Abführmittel angewendeten Arzeneimittel), welche aus verschiedenen Arten der Gattung Fraxinus (Esche), namentlich Fr. Ornus, rotundifolius und excelsior, ausschwitzt und weißlichgelbe oder bräunliche, etwas weiche, unregelmäßige Stückchen und Massen darstellt. Von derselben erhielt er seinen Namen. Später ergab sich, daß er ein in dem Pflanzenreich sehr verbreiteter Körper ist, so fand man ihn z. B. in aus Kirsch- und Apfelbäumen ausgeschwitztem Gummi, in verschiedenen Arten von Schwämmen, in den Zwiebeln, im Sellerie, in den Spargeln, im Splinte mehrerer Pinusarten, namentlich dem von Pinus Larix, in vielen Seegräsern ꝛc.

b. Darstellung. Die Reindarstellung des Mannits aus der Manna ist überaus einfach. Man kocht dieselbe mit starkem Weingeist aus und filtrirt von dem Ungelösten ab. Beim Erkalten scheidet sich der Mannit in feinen nadelförmigen Krystallen aus, welche durch Umkrystallisiren aus Weingeist gereinigt werden.

c. Eigenschaften. Der Mannit stellt weiße dünne, seidenglänzende Krystalle dar. Er schmeckt süß, löst sich leicht in Wasser und heißem Weingeist, wenig in kaltem. — Er schmilzt in der Wärme ohne Gewichtsverlust, mit mäßig verdünnter Salpetersäure liefert er dieselben Produkte wie Zucker.

d. Zusammensetzung: $C_8\ H_9\ O_8$.

b. Glycyrrhizin.

So heißt der in Wasser lösliche, sehr süße, aber hintennach bitterlich schmeckende, im reinen Zustande eine hellgelbe, nicht krystallinische Masse darstellende Stoff, der in reichlicher Menge in dem sogenannten Süßholz (den Wurzeln von Glycyrrhiza glabra und echinata) und dem daraus durch Abdampfen des wässerigen Auszugs erhaltenen Lakritzensaft enthalten ist. Die Formel des Glycyrrhizins ist $C_{36}\ H_{22}\ O_{12} + 2\,HO$.

Sechste Gruppe.

Fette Oele.

A. Allgemeines.

§. 198.

Die fetten Oele finden sich im Pflanzenreich überaus verbreitet; in manchen Pflanzen und Pflanzentheilen in großer, in anderen in geringer Menge. Vorzugsweise reich daran sind die Samen, namentlich die der Cruciferen (Reps, Senf, Kohl), der Amygdaleen (Mandeln), der Papaveraceen (Mohn), der Urticeen (Hanf), der Juglandeen (Wallnüsse), der Oleaceen (Oliven) u. s. w. Die fetten Oele finden sich in den Zellen derselben in Form von Tröpfchen eingeschlossen und fließen beim Pressen mehr oder weniger verunreinigt mit Wasser, Schleim und anderen Stoffen aus. In der Regel erhält man sie um so reiner, bei je niedrigerer Temperatur und mit je geringerem Druck man preßt. Je reiner sie sind, um so klarer und durchsichtiger erscheinen sie; durch Lagern klären sich auch die trüben Oele, indem sich das Wasser sammt dem Schleim allmälig abscheidet. In völlig reinem Zustande haben die meisten Oele weder Geruch noch Geschmack; in dem Zustande aber, in welchem man dieselben durch bloßes Pressen und Abklären erhält, erinnert Geschmack und Geruch meist an die Pflanze, von der die Oele stammen. Es ist dies eine Folge geringer Beimengungen. Dem Gefühl geben sich die Oele durch ihre Schlüpfrigkeit zu erkennen. Alle fetten Oele sind in Wasser, die meisten auch in Weingeist unlöslich, von Aether aber werden sie aufgenommen. — Alle fetten Oele schwimmen auf Wasser und machen auf Papier und Zeugen durchscheinende Flecken (Fettflecken), welche, wie bekannt, beim Erwärmen nicht verschwinden.

Die meisten fetten Oele sind bei gewöhnlicher Temperatur flüssig und erstarren erst bei niederen Temperaturgraden, andere sind bei gewöhnlicher Temperatur fest und schmelzen erst bei mehr oder minder erhöhter Temperatur. Die letzteren heißt man auch feste Pflanzenfette. Kein fettes Oel läßt sich unzersetzt in Gasform bringen, alle gerathen zwar bei stark erhöhter Temperatur (300°) in ein scheinbares Kochen; die entweichenden Gase sind aber nicht die Dämpfe der unzersetzten Oele, sondern es sind vorzugsweise brennbare Gase (Kohlenwasserstoffe), welche als Zersetzungsprodukte der Fette auftreten. Mit denselben entweicht stets ein äußerst unangenehm riechender, die Lungen und Augen heftig reizender Körper,

den man Akrolein genannt hat, und dessen Geruch Jedem bekannt wird, der an einem noch glimmenden Docht einer Oellampe riecht.

In verschlossenen Gefäßen aufbewahrt, halten sich die fetten Oele unverändert. Bei Zutritt der Luft aber absorbiren sie Sauerstoff und nehmen bald einen kratzenden Geschmack und widrigen Geruch an (Ranzigwerden). Diese Veränderung geht um so schneller vor sich, je unreiner die Oele sind.

Manche fetten Oele verdicken sich, wenn sie lange der Luft ausgesetzt bleiben, werden schmierig und klebend (man denke an Oellampen, die lange nicht geputzt sind), z. B. Rüböl, Olivenöl, Mandelöl; — andere trocknen unter gleichen Umständen zu festen, zähen Massen und, in dünner Schicht aufgestrichen, zu firnißartigen Ueberzügen ein, z. B. Leinöl. Diese heißt man trocknende, jene nicht trocknende Oele.

Alle fetten Oele bestehen gewöhnlich aus zwei, zuweilen aus mehr näheren Bestandtheilen, die in Bezug auf ihren Erstarrungs- und Schmelzpunkt verschieden sind und daher durch bloßes Abkühlen der flüssigen, oder gelindes Schmelzen der festen Oele bis zu einem gewissen Grade von einander geschieden werden können. Diese so von einander trennbaren Bestandtheile der fetten Oele heißt man einfache fette Körper.

B. Einfache fette Körper.

§. 199.

Von diesen einfachen fetten Körpern interessiren uns folgende, als häufigste und verbreitetste Bestandtheile der bekannteren Oele, zunächst:

a. Stearin.

Dasselbe ist bei gewöhnlicher Temperatur fest, schmilzt bei 60 — 62°, löst sich nicht in Wasser, ziemlich leicht in siedendem, fast nicht in kaltem Weingeist, — in großer Menge in heißem, in geringer in kaltem Aether. Aus der heißen weingeistigen oder ätherischen Lösung krystallisirt es in perlmutterglänzenden Blättchen. Seine Zusammensetzung wird durch die Formel $C_{74} H_{121} O_8$ genau ausgedrückt. — Sein Aequivalent kennt man nicht mit Gewißheit.

b. Margarin.

Dasselbe ist im reinen Zustande noch nicht dargestellt worden, in dem noch etwas unreinen, in welchem es Chevreul erhielt, glich es dem Stearin. Sein Schmelzpunkt liegt zwischen 40 und 50°.

c. Oleïn.

Auch dieses einfache Fett ist in völlig reinem Zustande noch nicht dargestellt worden. Das so viel wie möglich von anderen einfachen Fetten befreite stellt ein farb-, geruch- und geschmackloses, erst bei hohen Kältegraden erstarrendes Oel dar. An der Luft verdickt es sich allmälig unter Sauerstoffaufnahme und Kohlensäureabgabe.

d. Olin.

Dasselbe ist ebenfalls noch nicht rein erhalten worden, stellt im unreinen Zustande ein bei gewöhnlicher Temperatur flüssiges, erst bei sehr niederer Temperatur erstarrendes Oel dar; trocknet an der Luft zu einer firnißartigen Masse ein.

Diese vier einfachen Fette sind, wie erwähnt, die Bestandtheile der meisten fetten Oele, und zwar herrschen, wie begreiflich, in den festen und leicht erstarrenden Stearin und Margarin, in den flüssigen und schwer erstarrenden Oleïn und Olin vor. Die beiden letzten finden sich jedoch nach den bisherigen Erfahrungen nie in einem und demselben Oele, sondern in den nicht trocknenden fetten Oelen ist Oleïn, in den trocknenden Olin der flüssigere Bestandtheil.

Man kann mit Recht fragen, wie man dazu gekommen sei, die genannten vier einfachen Fette von einander zu unterscheiden, da man sie doch noch so wenig kenne. Es rührt dies aber daher, daß man die Zersetzungsprodukte derselben, die sie unter verschiedenen Umständen liefern, viel genauer kennt als sie selbst. Betrachten wir die wichtigsten dieser Zersetzungsproducte.

C. Verhalten der einfachen Fette und fetten Oele zu Alkalien und anderen Basen (Verseifung).

§. 200.

Erhitzt man Stearin mit Wasser und setzt der kochenden Flüssigkeit allmälig Kalilauge zu, so löst es sich, und bald kommt ein Punkt, bei dem die Flüssigkeit klar und zähflüssig geworden ist. Nimmt man eine Probe heraus und erwärmt sie mit etwas Wasser, so findet man, daß sie sich löst. — Setzt man jetzt einen Ueberschuß von Kalilauge zu der gekochten Masse, so verliert sie ihr klares Ansehen, es scheiden sich flockige Massen auf der Oberfläche ab, und die Flüssigkeit ist nicht mehr zähe.

Nimmt man die Flocken heraus und kocht sie mit Wasser, so lösen sie sich darin auf, setzt man zu der heißen Lösung verdünnte Schwefelsäure oder eine andere Säure, so trübt sie sich und es schei-

det sich allmälig auf dem Wasser eine ölige Schicht ab, welche beim Erkalten zu einer weißen krystallinischen Masse erhärtet. Prüft man ihre Eigenschaften, so findet man, daß sie erst bei 70° schmilzt, in Weingeist und Aether auch in der Kälte leicht löslich ist und geschmolzen oder in Lösung Lackmuspapier röthet. Die so gewonnene Substanz ist also kein Stearin, sondern eine neue Substanz. Man hat sie Stearinsäure genannt. — Die Flüssigkeit aber, aus welcher sich dieselbe abschied, liefert beim Abdampfen schwefelsaures Kali. Die flockige Masse muß demnach stearinsaures Kali gewesen sein.

Untersucht man ferner die alkalische Flüssigkeit, aus welcher das stearinsaure Kali sich in Flocken abgeschieden hat, neutralisirt man sie z. B. mit verdünnter Schwefelsäure, verdampft fast zur Trockne, und behandelt den Rückstand mit Weingeist, so löst dieser (während das schwefelsaure Kali zurückbleibt) einen Körper auf, der beim Verdunsten als ein farbloser, nicht krystallisirbarer, rein süß schmeckender, in Wasser leicht löslicher, nicht gährungsfähiger, neutral reagirender Syrup zurückbleibt. Man heißt denselben Oelsüß oder Glycerin.

Außer dem stearinsauren Kali und dem Oelsüß bildet sich bei dem genannten Processe kein weiterer Körper.

Das beschriebene Zerfallen des Stearins bei Behandlung mit Kalilauge, unter Bildung von Stearinsäure und Oelsüß, kann zu zwei verschiedenen Meinungen Veranlassung geben und hat dazu Veranlassung gegeben. — Manche Chemiker glauben nämlich, daraus schließen zu dürfen, daß das Stearin in der That eine Verbindung von Stearinsäure mit Glycerin sei, ein Salz, welches als Basis diese, als Säure jene Substanz enthalte. — Andere hingegen betrachten Stearinsäure und Glycerin als Zersetzungsprodukte des Stearins und nehmen also nicht an, daß sie darin schon fertig gebildet und mit einander verbunden enthalten seien.

Welche von diesen Ansichten die richtige ist, läßt sich vor der Hand nicht entscheiden; gewiß aber ist, daß weder die Stearinsäure noch das Oelsüß in dem Zustande in den fetten Oelen enthalten sind, in welchem allein man sie darstellen kann, sondern ärmer an den Elementen des Wassers, — und ferner, daß man auf keine Art aus Stearinsäure und Oelsüß wieder Stearin machen kann. Unter diesen Umständen muß zugestanden werden, daß sich die letztgenannte Ansicht den Thatsachen, soweit sie bis jetzt bekannt sind, am meisten anschließt.

Den Proceß, welchen wir oben beschrieben haben, heißt man

im Allgemeinen Verseifungsproceß, und die Verbindung der Stearinsäure mit Kali eine Seife.

Verfährt man mit Margarin, Oleïn und Olin, wie mit Stearin, so beobachtet man beim Kochen mit Kalilauge und späterem Zusatz von Kaliüberschuß ganz ähnliche Erscheinungen. In allen Fällen erhält man sich flockig ausscheidende Seifen und gelöst bleibendes Oelsüß. — Während aber dieses vollkommen gleich ist dem aus Stearin erhaltenen, ist es ein anderes mit den Seifen. Die aus Margarin ist schon weicher, als die aus Stearin, und noch weicher sind die aus Oleïn und Olin erhaltenen. Zersetzt man die wässerige Lösung derselben mit verdünnter Schwefelsäure, so erhält man aus allen der Stearinsäure ähnliche Säuren, keine aber ist ihr gleich, und alle sind unter einander verschieden. Die aus Margarin erhaltene heißt Margarinsäure, die aus Oleïn Oleïnsäure, die aus Olin Olinsäure. — Die aus Fetten durch den Verseifungsproceß erhaltenen Säuren heißen fette Säuren.

Betrachten wir nun das Oelsüß und die fetten Säuren etwas näher.

I. Oelsüß.

§. 201.

Die Eigenschaften des Oelsüßes haben wir großentheils bereits oben angeführt. Seine Zusammensetzung im möglichst entwässerten Zustande ist $C_6H_8O_6$. Aus einer Verbindung, welche das Oelsüß mit Schwefelsäure eingeht, glaubt man aber schließen zu können, daß seine wahre Zusammensetzung $C_6H_7O_5 + HO$ ist. Beim Erhitzen des Oelsüßes verflüchtigt sich dasselbe zum Theil unzersetzt, zum Theil in Akroleïn (den scharf riechenden, bereits oben genannten, flüchtigen Körper) und andere Produkte zerlegt.

II. Fette Säuren, welche die allgemein verbreiteten einfachen Fette beim Verseifen liefern.

1. Stearinsäure.

§. 202.

Die Eigenschaften derselben sind bereits oben theilweise erwähnt. Sie stellt geschmolzen und abgekühlt eine weiße krystallinische Masse, aus Weingeist krystallisirt, glänzende Schuppen dar, hat weder Geschmack noch Geruch, liefert bei Luftabschluß erhitzt Margarinsäure, brennbare Kohlenwasserstoffe und andere Produkte. Die Zusammensetzung der geschmolzenen und möglichst entwässerten Säure ist

$C_{68}H_{68}O_7$. — Mit Basen verbindet sich dieselbe nicht geradezu, sondern unter Abgabe von 2 Aeq. Wasser, so daß man die darstellbare Säure als Hydrat einer nicht darstellbaren wasserfreien Säure zu betrachten hat und ihr die Formel $C_{68}H_{66}O_5 + 2HO$ geben muß. — Kürzer schreibt man dieselbe $\overline{St}, 2HO$, indem man $\overline{St}$ als Sinnbild für die längere Formel der wasserfreien Säure setzt. — Das Stearinsäurehydrat wird in neuerer Zeit im Großen aus Talg (der größtentheils aus Stearin besteht) dargestellt und zu Kerzen (Stearinsäurekerzen) verarbeitet.

Zu Basen verhält sich das Stearinsäurehydrat wie das Hydrat der Pyrophosphorsäure, d. h. es liefert Salze, in denen die beiden Aequivalente Wasser durch Metalloxyd vertreten sind, also z. B. $\overline{St}, 2KO$ und solche, in denen nur 1 Aeq. Wasser vertreten ist, z. B. $\overline{St}, KO, HO$. Die stearinsauren Salze sind demnach zweibasischer Art, jene sind die neutralen, diese die sauren.

a. Stearinsäure und Kali.

Das neutrale stearinsaure Kali, $\overline{St}, 2KO$, die oben dargestellte Seife aus Stearin, stellt eine körnig krystallinische, weiche, in kaltem Wasser schleimig aufquellende, in heißem klar lösliche, beim Erkalten wieder schleimig werdende Masse dar. In Kalilauge oder Kochsalzlösung ist das Salz auch in der Hitze unlöslich. Vermischt man die heiße Lösung desselben mit viel Wasser, so zerfällt die neutrale Verbindung unter Zutritt von Wasser in unlösliches saures Salz, St, KO, HO und in Kali, welches im Wasser gelöst bleibt.

b. Stearinsäure und Natron.

Das neutrale stearinsaure Natron, $\overline{St}, 2NaO$, erhält man wie die entsprechende Kaliverbindung, bei Anwendung von Natronlauge. Es stellt eine durchscheinende, harte, leicht in heißem, wenig in kaltem Wasser, leicht in kochendem Weingeist auflösliche Seife dar. Beim Vermischen der concentrirten, heißen, wässerigen Lösung mit viel Wasser, desgleichen zu Kalilauge und Kochsalzlösung, verhält sie sich wie das entsprechende Kalisalz. — Beim Erkalten der heißen weingeistigen Lösung scheidet sie sich gallertartig aus (Opodeldok).

c. Stearinsäure und andere Basen.

Alle übrigen stearinsauren Salze sind in Wasser unlöslich, daher erhält man stets Niederschläge, wenn man die Lösung eines stearinsauren Alkalis mit einer Kalk-, Bleioxyd- ꝛc. Lösung vermischt. Von diesem Verhalten haben wir oben (§. 163) bereits Anwendung

gemacht zur Unterscheidung von weichem und hartem (an Kalk- und Bittererde reichem) Wasser. — Die Niederschläge sind durch doppelte Wahlverwandtschaft entstandene stearinsaure Salze. — Das stearinsaure Bleioxyd schmilzt in der Wärme ohne Zerlegung und kann, wie die Seifen, auch durch unmittelbare Erwärmung des Stearins mit Wasser und Bleioxyd erhalten werden. Es ist Bestandtheil des Bleipflasters.

2. Margarinsäure.

§. 203.

Das Margarinsäurehydrat (die wasserfreie Säure ist nicht isolirbar) läßt sich auch aus unreinem Margarin, z. B. dem leichter erstarrenden Theile des Olivenöls, rein erhalten. Man verseift, scheidet die Säure ab und reinigt das Margarinsäurehydrat von dem mit ausgeschiedenen Oleïnsäurehydrat durch Umkrystallisiren aus Weingeist. — Das Margarinsäurehydrat unterscheidet sich von dem Stearinsäurehydrat, dem es im Uebrigen sehr ähnlich ist, vorzugsweise durch seinen Schmelzpunkt (der schon bei 60° liegt), sein Verhalten in der Hitze (es läßt sich unzersetzt überdestilliren) und seine Zusammensetzung. Diese wird durch die Formel $C_{34} H_{33} O_3 + HO$ ausgedrückt.

Die margarinsauren Salze sind denen der Stearinsäure sehr ähnlich; in Wasser löslich sind ebenfalls nur die alkalischen. Die concentrirten Lösungen zerfallen beim Vermischen mit sehr viel Wasser ebenfalls in Kali oder Natron und in sich ausscheidende saure Salze. — Die Seifen sind etwas weicher als die der Stearinsäure.

3. Oleïnsäure (Oelsäure der nicht trocknenden Oele).

§. 204.

Das Oleïnsäurehydrat (die wasserfreie Säure ist nicht isolirbar) wird auch aus unreinem Oleïn, z. B. Mandelöl, rein erhalten, wenn man aus den aus der Seife abgeschiedenen Säurehydraten die Bleisalze darstellt und diese mit Aether behandelt. Der Aether löst nämlich saures oleïnsaures Bleioxyd auf, während basisch oleïnsaures nebst dem margarinsauren zurückbleibt. Vermischt man nun die ätherische Lösung mit Wasser und Salzsäure, so bildet sich Chlorblei, welches sich ausscheidet, und Oleïnsäurehydrat, welches im Aether gelöst bleibt und beim Verdunsten desselben erhalten wird. Es stellt ein farbloses, erst unter dem Gefrierpunkt des Wassers erstarrendes Oel dar, von schwachem Geruch, scharfem Geschmack und

saurer Reaction. Es löst sich nicht in Wasser, leicht in Weingeist und Aether. Seine Zusammensetzung wird durch die Formel $C_{44} H_{40} O_4 + HO$ ausgedrückt. Beim Erhitzen zerfällt dasselbe größtentheils in eine neue Säure (Fettsäure), Kohlensäure und brennbare Gase, zum Theil destillirt es unzersetzt über.

Leitet man in Oleïnsäurehydrat salpetrige Säure, oder setzt man rothe rauchende Salpetersäure zu, so gesteht die Flüssigkeit nach einiger Zeit durch Bildung einer festen blättrigen Masse, die eine neue, den fetten Säuren ähnliche Säure darstellt und den Namen Elaidinsäure erhalten hat.

Von den oleïnsauren Salzen sind nur die alkalischen in Wasser, alle aber in Weingeist löslich. Die Kaliseife ist schmierig, die Natronseife mäßig hart, die concentrirten wässerigen Lösungen derselben zerfallen beim Zumischen von viel Wasser wie die stearinsauren Salze. Die heiße weingeistige Lösung bleibt auch beim Erkalten klar (Seifenspiritus).

4. Olinsäure (Oelsäure der trocknenden Oele).

§. 205.

Aus dem Leinöl (unreinen Olin) erhält man das Hydrat der Olinsäure (wasserfrei ist sie nicht darstellbar) auf ganz ähnliche Art, wie die Oleïnsäure aus dem Mandelöl. Das Olinsäurehydrat stellt eine sehr flüssige, geruchlose, in den meisten Eigenschaften mit dem Oleïnsäurehydrat übereinstimmende Flüssigkeit dar. Zusammensetzung: $C_{46} H_{38} O_3 + HO$. Das Olinsäurehydrat giebt, mit salpetriger Säure behandelt, keine Elaidinsäure und unterscheidet sich dadurch wesentlich von dem Oleïnsäurehydrat. Die Salze scheinen, soweit es aus den unvollständigen Untersuchungen, die darüber vorliegen, zu ersehen ist, denen der Oleïnsäure ähnlich.

D. Einwirkung der Salzbasen auf natürliche fette Oele.

§. 206.

Wir haben bis jetzt nur von der Einwirkung der Salzbasen auf einfache Fette gesprochen, es bleibt übrig, die Einwirkung derselben auf die natürlichen fetten Oele (zusammengesetzte Fette) zu untersuchen. Diese Sache ist jedoch höchst einfach und ergiebt sich aus dem Vorhergehenden ohne Mühe. Verseift man nämlich ein Oel, welches aus Stearin und Olein besteht, so erhält man eine Seife, die Stearinsäure und Oleïnsäure enthält, — verseift man

eines, welches Margarin und Olin enthält, so besteht die Seife aus margarinsaurem und olinsaurem Alkali. — Hieraus ersieht man, daß das beste Mittel, die einfachen Fette in einem natürlichen Oel oder Fett kennen zu lernen, das ist, die Verseifung vorzunehmen und die entstandenen Säuren zu untersuchen.

Aus dem früher Betrachteten geht hervor, daß alle Kaliseifen weich, alle Natronseifen hart sind. — Von den Kali- und Natronseifen aber sind die, welche Stearinsäure enthalten, wiederum die härtesten, beziehungsweise am wenigsten weichen, dann folgen die Margarinsäure enthaltenden, am weichsten sind die, welche Oelsäuren enthalten. Seifen, welche zwei oder mehr Säuren enthalten, stehen in Betracht ihrer Eigenschaften zwischen den Seifen der einzelnen Säuren in der Mitte. — Die Verbindungen fetter Säuren mit Bleioxyd, wie sie in den Apotheken durch Kochen verschiedener Oele und Fette mit Bleiglätte dargestellt werden, heißen Bleipflaster und sind die Grundlagen fast aller Pflaster.

Die Zerlegung der Fette in fette Säuren und Glycerin erfolgt nicht nur durch Salzbasen, sondern auch durch Metalle, die unter dem Einflusse der Luft zu Salzbasen werden; so wird fettes Oel grün und vergiftet, wenn es bei Luftzutritt mit Kupfer in Berührung ist, indem sich Verbindungen der fetten Säuren mit Kupferoxyd bilden. — Auch bei dem Ranzigwerden der fetten Oele zerfallen dieselben, wie es scheint, in fette Säuren und Glycerin, welches letztere sich alsdann in neue Produkte zersetzt. Diesen schreibt man den widrigen Geruch, den frei gewordenen fetten Säuren aber den scharfen Geschmack der ranzigen Fette zu. Ob diese Zersetzung nur unter dem Einfluß verwesender fremder Stoffe erfolgt, ist nicht erwiesen, daß sie aber dadurch sehr gefördert wird, ist gewiß. — Kocht man ranzig gewordene Oele mit Wasser und Magnesia bis die Flüssigkeit Lackmus nicht mehr röthet, so verlieren sie ihre ranzige Beschaffenheit fast vollständig, indem sich die fetten Säuren mit der Magnesia verbinden, und die riechenden Stoffe verflüchtigt werden.

E. Nicht allgemein verbreitete einfache Fette.

§. 207.

Einfache Fette, welche nicht allgemein verbreitet, sondern nur in den Oelen gewisser Pflanzen vorkommen, sind z. B. das Palmitin im Palmöl und dem sogenannten japanischen Wachs, das Cocin im Oel der Cocusnüsse, das Myristicin in dem butterartigen Oel der Muskatnüsse u. s. w. Diese besonderen Oele sind stets von

einem oder mehreren der allgemein verbreiteten einfachen Fette begleitet. Beim Verseifen liefern alle Glycerin, und jedes eine besondere fette Säure (Palmitin-, Cocin-, Myristicin-Säure ꝛc.).

F. Einzelne, im Pflanzenreich vorkommende fette Oele.

Aus der großen Masse der natürlichen fetten Oele greifen wir die heraus, welche für uns am wichtigsten sind, um sie näherer Betrachtung zu unterwerfen.

1. Nicht trocknende Oele.

§. 208.

a. Olivenöl.

Man gewinnt dasselbe aus den Früchten des Oelbaums (Olea Europaea), in deren fleischiger Hülle es enthalten ist. Man unterscheidet Jungfernöl, aus völlig reifen Früchten durch kaltes Auspressen, — Baumöl, aus völlig reifen Früchten durch warmes Auspressen, — und grünes Olivenöl, durch Auskochen der Oelkuchen mit Wasser, oder aus gefaulten Früchten erhalten. Das erstere ist grünlichgelb, das zweite blaßgelb, beide von mildem angenehmem Geschmack. Das grüne schmeckt widrig. — Das Olivenöl besteht aus Margarin und Oleïn; am reichsten an diesem ist das Jungfernöl, an jenem das grüne Olivenöl. Ersteres gesteht etwas unter 0°, letzteres ist schon bei 10 bis 12° meistens halb gestanden. — Spec. Gewicht etwa 0,92. Die besseren Sorten des Olivenöls dienen zu Speisen, die schlechteren zum Brennen, beide zu Seifen.

b. Mandelöl.

Dasselbe erhält man durch Auspressen der süßen oder bitteren Mandeln. Das Oel beider ist vollkommen gleich, hellgelb, dünnflüssig, angenehm von Geruch und Geschmack. Spec. Gewicht = 0,91. Erstarrt bei — 10 bis — 20°. Dient zum Genuß, zu Haarölen ꝛc.

c. Rapsöl.

Aus den Samen von Brassica Napus durch warmes Auspressen zu erhalten; es stellt ein gelbes Oel von eigenthümlichem Geruch und unangenehmem Geschmack dar. Specifisches Gewicht 0,912 bis 0,916. Erstarrungspunkt — 3 bis — 4°. Dient vorzugsweise zur Beleuchtung, wird meist zuvor gereinigt (vergl. Abtheilung IV.).

d. Rübsenöl.

Aus den Samen von Brassica campestris erhalten. Ein dem

vorigen ähnliches, aber flüssigeres Oel; erstarrt bei — 2°, wird wie das vorhergehende verwendet.

e. Senföl.

Aus den Samen von Sinapis alba und nigra. Bernsteingelbes, dickes, milde schmeckendes Oel. Spec. Gewicht des aus schwarzem Senf bereiteten 0,9170, des aus weißem gewonnenen 0,9142, gesteht unter 0°, dient zum Brennen.

f. Madiaöl.

Aus den Samen der Madia sativa. Schmeckt angenehm, hat nicht den unangenehmen Geruch der Pflanze, kann zu Speisen, zum Brennen und zur Seifenfabrikation verwendet werden; ist noch wenig im Gebrauch.

2. Trocknende Oele.

§. 209.

a. Leinöl.

Es wird aus dem Leinsamen gewonnen; ist kalt gepreßt gelb, warm gepreßt bräunlichgelb von Farbe, gesteht bei — 20°. Spec. Gewicht 0,9395. Es dient vorzugsweise zur Bereitung fetter Firnisse und zu Oelfarben. Um es zu diesen Zwecken möglichst geeignet zu machen, kocht man es entweder mit Bleiglätte oder man schüttelt es mit Bleiessig. In beiden Fällen erhält man ein schon im Verlauf eines oder zweier Tage trocknendes, Bleioxyd enthaltendes Oel, sogenannten Leinölfirniß. — Die Umwandlung des Leinöls in Leinölfirniß beruht hauptsächlich auf der durch Bleioxyd bewirkten Entfernung des Schleims ꝛc., welcher die Oxydation und somit das Trocknen des rohen Oels verzögert.

b. Mohnöl.

Es wird durch Auspressen des Mohnsamens erhalten, ist blaßgelb, geruchlos, von angenehmem Geschmack, hat nicht im mindesten eine Schlaf machende Wirkung, erstarrt bei — 18°. Spec. Gewicht = 0,9249. Dient vorzugsweise zu Speisen.

c. Nußöl.

Es wird aus den Nüssen gewonnen, ist grünlichhellgelb, ohne Geruch, von eigenthümlichem nicht unangenehmem Geschmack, erstarrt bei — 27°. Spec. Gewicht = 0,9283. Dient zu Speisen und zum Brennen.

d. Hanföl.

Man stellt es aus dem Hanfsamen dar. Es ist frisch grünlich, mit der Zeit wird es blaßgelb; von unangenehmem Geruch und Ge-

schmack. Spec. Gewicht 0,9276. Dient in der Malerei und zur Seifenfabrikation. Zur Beleuchtung eignet es sich nicht gut.

Die trocknenden Oele lassen sich von den nicht trocknenden unterscheiden, wenn man das zu prüfende Oel mit rother rauchender Salpetersäure mischt, oder wenn man salpetrige Säure hineinleitet. Die nicht trocknenden erstarren nämlich dadurch nach kürzerer oder längerer Zeit, die trocknenden hingegen nicht. Der Körper, der sich beim Erstarren bildet, heißt Elaidin, verhält sich wie ein einfaches Fett und liefert beim Verseifen Oelsüß und Elaidinsäure. — Auch die Verfälschung eines nicht trocknenden Oels, z. B. des Olivenöls, mit einem trocknenden, z. B. dem Mohnöl, läßt sich auf diese Weise entdecken. —

Die Darstellung der Oele im Großen und ihre Reinigung werden wir in der Abtheilung IV., die Anwendung der Oele als Brennmaterialien im 3ten Abschnitt der Abtheilung III. und die Seifenbereitung im Großen ebenfalls in der IV. Abtheilung besprechen.

Siebente Gruppe.

Pflanzenwachse.

§. 210.

Pflanzenwachs kommt überaus verbreitet im Gewächsreich vor, in der Regel in geringer Menge, in einigen Pflanzen und Pflanzentheilen aber in bedeutender; so enthalten z. B. die Beeren der Myrica cerifera 25 Proc. — Es findet sich namentlich als dünner Ueberzug auf Früchten (z. B. den Pflaumen, Feigen ꝛc.), im Blüthenstaub, als Ueberzug vieler Blätter und Stengel (z. B. des Zuckerrohrs), am verbreitetsten aber mit dem grünen Farbstoffe (Chlorophyll) verbunden, welcher in allen grünen Theilen der Gewächse enthalten ist. — Dasselbe aus letzterer Verbindung abzuscheiden und rein darzustellen, ist bis jetzt noch nicht gelungen, dagegen läßt sich das als Ueberzug auf Früchten, Blättern und Stengeln vorkommende Wachs ohne Schwierigkeit rein erhalten, wenn man die Substanzen mit Wasser kocht, das oben aufschwimmende Wachs abnimmt und auf geeignete Art, z. B. durch Auflösen in kochendem Weingeist und Erkaltenlassen, von den beigemengten harzigen oder fetten Substanzen trennt. — Das Wachs mehrerer Pflanzen wird

im Großen dargestellt und zu ähnlichen Zwecken wie das Bienenwachs (s. u.) verbraucht.

Das Wachs, welches man auf diese Art aus verschiedenen Pflanzen darstellen kann, zeigt abweichende Eigenschaften. Allen Wachsarten gemeinschaftlich sind folgende: sie sind bei gewöhnlicher Temperatur knetbar, in der Kälte brüchig, in der Wärme schmelzbar, in reinem Zustande weiß, krystallisirbar, in Wasser unlöslich, in kaltem Weingeist unlöslich oder schwer löslich, nicht ohne Zersetzung flüchtig, bei der trocknen Destillation brennbare Produkte liefernd, aber kein Akrolein. — Dagegen unterscheiden sich die einzelnen Wachsarten von einander durch ihr Verhalten zu Kalilauge, kochenden Weingeist und Aether, durch ihren Schmelzpunkt und ihre Zusammensetzung, so giebt z. B. das Wachs von Rhus succedaneum (welches unter dem Namen chinesisches Wachs in den Handel kommt) mit Kalilauge eine lösliche Seife, während das im Kork (der Rinde der Korkeiche, Quercus suber) enthaltene Wachs von Kalilauge selbst in der Siedhitze nicht angegriffen wird; — so löst sich das chinesische Wachs nur schwierig in heißem Weingeist und Aether, während sich das Wachs der Carnaubapalme darin leicht löst und das des Zuckerrohrs (Cerosin) zwar in heißem Weingeist, nicht aber in heißem Aether löslich ist, — so schmilzt das chinesische Wachs bei 82,5°, das Palmenwachs (von Ceroxylon andicola) bei 70°, das Myricawachs (von Myrica cerifera) bei 37,5°, das Cerosin bei 82° ꝛc., — so wird die Zusammensetzung des chinesischen- und Palmenwachses durch die Formel $C_{36}H_{36}O_2$, — die des Myricawachses durch $C_{36}H_{36}O_5$, — die des Cerosins durch $C_{48}H_{48}O_2$ ausgedrückt ꝛc.

Die Pflanzenwachse müssen meist einer genaueren Untersuchung unterworfen werden, damit wir über ihre Natur eine so deutliche Einsicht gewinnen, wie wir sie über die anderer Pflanzenbestandtheile haben. Es ist wahrscheinlich, daß sich die meisten in verschiedene Wachsarten werden zerlegen lassen, ähnlich wie die natürlichen Fette in verschiedene einfache Fette zerlegbar sind. —

Achte Gruppe.

Aetherische Oele.

A. Allgemeines.

§. 211.

Vorkommen. Die ätherischen Oele sind im Pflanzenreich sehr allgemein verbreitet, in manchen Pflanzen und Pflanzentheilen in

ziemlich bedeutender, in anderen in geringer Menge. Sie kommen in den verschiedensten Pflanzentheilen vor und bedingen den Geruch der Gewächse vorzugsweise. In der Regel sind sie in eignen Zellen eingeschlossen, daher der Geruch der meisten Pflanzen oder Pflanzentheile beim Zerreiben oder Zerdrücken stärker hervortritt.

Darstellung. Wenn man einen stark riechenden Samen, z. B. Fenchel- oder Kümmelsamen, in einer Destillirblase mit Wasser kocht und das Destillat untersucht, so findet man, daß es stark nach den angewendeten Samen riecht und trüb ist. Läßt man es ruhig stehen, so bilden sich zwei Schichten, eine obere, geringere, sehr stark riechende, brennend schmeckende, und eine untere, weniger stark riechende, wässerige. Die obere ist das ätherische Oel des Fenchels oder Kümmels, die untere eine Auflösung desselben in Wasser. Die meisten ätherischen Oele werden auf ähnliche Art erhalten, manche aber, namentlich die in den Schalen der Früchte aus der Familie der Aurantiaceen (der Citronen, Pomeranzen ꝛc.) lassen sich auch durch geeignetes Auspressen darstellen und werden in der Regel so gewonnen. —

Eigenschaften. Die ätherischen Oele sind meistens bei gewöhnlicher Temperatur dünnflüssig, zum Theil aber auch fest (Kampher) oder weich (Anisöl), größtentheils leichter als Wasser, darin in geringem Maße löslich (destillirte Wasser der Apotheken). In Weingeist lösen sie sich leicht (kölnisches Wasser und andere ähnliche Parfümerieen), desgleichen in fetten Oelen (Haaröle u. s. w.). Alle haben einen starken Geruch nach der Pflanze oder dem Pflanzentheil, aus dem sie gewonnen (richtiger: die Pflanzen riechen nach den darin enthaltenen ätherischen Oelen), und einen starken brennenden Geschmack. Sie fühlen sich nicht schlüpfrig an, machen auf Papier und Zeugen Flecken wie fette Oele; dieselben verschwinden aber bald wieder. Die ätherischen Oele lassen sich leicht entzünden und brennen mit heller, stark rußender Flamme. Die meisten sind farblos oder gelblich, manche jedoch auch röthlich, blau ꝛc. — Alle lassen sich ohne Zersetzung destilliren. Der Siedepunkt derselben liegt ohne Ausnahme weit über 100°, im Durchschnitt etwa bei 160°. Mit Wasser lassen sie sich trotzdem überdestilliren, wie schon aus ihrer Darstellung erhellt. — Beim Abkühlen setzen die meisten eine krystallinische Substanz ab, während ein Theil flüssig bleibt — jene heißt man Stearopten, diese Elaeopten —; andere lassen sich durch unterbrochene Destillationen in zwei oder mehrere verschieden flüchtige ätherische Oele scheiden.

Zusammensetzung. Die in der Natur fertig gebildet vor-

kommenden ätherischen Oele bestehen zum großen Theil nur aus Kohlenstoff und Wasserstoff. Ihre Zusammensetzung wird durch die Formel C_5H_4 ausgedrückt, — die übrigen bestehen aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff. Beide Arten lassen sich leicht unterscheiden, wenn man sie mit etwas Jod zusammenbringt, denn die sauerstofffreien (nicht aber die anderen) werden dadurch unter einer geringen Verpuffung zerlegt.

Verhalten zu Sauerstoff. An der Luft verändern sich die meisten ätherischen Oele unter Sauerstoffaufnahme und Kohlensäureabgabe. Sie werden zäher, dickflüssiger, bekommen Honigconsistenz und erhärten endlich zu harzartigen Massen. Viele werden dabei sauer, indem sich eigenthümliche Säuren darin entwickeln, z. B. Zimmtsäure im Zimmtöl.

B. Einzelne im Pflanzenreich vorkommende ätherische Oele.

Von den ätherischen Oelen (welche im Allgemeinen für uns von untergeordnetem Interesse sind) unterwerfen wir nur einige der wichtigsten näherer Betrachtung.

1. Sauerstofffreie ätherische Oele.

§. 212.

a. Terpentinöl.

Aus der geborstenen oder absichtlich verletzten Rinde der Pinusarten fließt ein klebriger, dicker Saft aus, der aufgefangen und unter dem Namen Terpentin in den Handel gebracht wird. Er ist eine Lösung von Harz in einem ätherischen Oel, denn wenn man ihn mit Wasser destillirt, so bleibt jenes zurück, dieses erhält man im Destillat. Es wird im Großen dargestellt und heißt Terpentinöl. — Im reinen Zustande ist dasselbe völlig farblos, siedet bei 157°. Das gewöhnliche enthält mehr oder weniger Harz, welches durch Einwirkung des Sauerstoffs der Luft gebildet worden. — Es dient zur Darstellung von Firnissen, zur Tilgung von Fett- und Firnißflecken, in der Medizin und zu anderen Zwecken.

Zu den sauerstofffreien ätherischen Oelen gehören ferner:

Das Wachholderbeerenöl, Sabinaöl, Citronenöl, Pomeranzenschalenöl, Pfefferöl, das Stearopten des Rosenöls ꝛc.

2. Sauerstoffhaltige ätherische Oele.

§. 213.

a. Kampher.

Der Kampher ist als Stearopten eines ätherischen Oeles zu

betrachten. Er wird theils aus dem Innern eines Baumes (Dryobalanops aromatica), woselbst er sich fertig gebildet findet, herausgenommen (Borneo- oder Sumatra-Kampher), — theils und hauptsächlich aber durch eine Art Destillation aus allen Theilen des Kampherlorbeers (Laurus Camphora) gewonnen und durch Sublimation gereinigt (japanischer oder chinesischer Kampher). Er stellt farblose, stark riechende Stücke dar und findet in der Arzeneikunde sehr häufige Anwendung. — Jener hat die Formel $C_{10}H_9O$, dieser $C_{10}H_8O$. — Das Stearopten einiger ätherischen Oele kommt mit den angeführten Kampherarten in Hinsicht auf Eigenschaften und Zusammensetzung vollkommen überein.

Zu den sauerstoffhaltigen ätherischen Oelen gehören ferner das Zimmtöl, Nelkenöl, (Caryophyllenöl) das Elaeopten des Rosenöls, Anisöl, Baldrianöl, Fenchelöl, Kümmelöl, Lavendelöl, Pfeffermünzöl ꝛc.

Anhang.

Blausäurehaltige und schwefelhaltige ätherische Oele.

§. 214.

Wir haben zuvor die in der Natur vorkommenden ätherischen Oele betrachtet. Dieselben sind, wie wir gesehen haben, in den Pflanzen bereits gebildet vorhanden, und ihre Darstellung ist demnach einer mechanischen Trennung vergleichbar. Es giebt aber noch eine andere Art von ätherischen Oelen, die nicht in Pflanzen oder Pflanzentheilen enthalten sind, trotzdem aber bei Destillation derselben erhalten werden. Die Pflanzen oder Pflanzentheile, welche solche ätherischen Oele bei der Destillation liefern, riechen im unversehrten Zustande nicht danach, sondern entwickeln den Geruch erst, wenn sie zerstoßen und mit Wasser zusammengebracht werden. Das Wasser vermittelt hierbei, wie man durch sehr genaue Versuche weiß, die gegenseitige Einwirkung zweier in der Pflanze oder dem Pflanzentheil neben einander enthaltener Stoffe, aus deren Umsetzung das ätherische Oel hervorgeht. Solche ätherischen Oele liefern z. B. die bitteren Mandeln und der Samen des schwarzen Senfs.

a. Bittermandelöl.

Kocht man zerstoßene bittere Mandeln, nachdem sie durch Auspressen von ihrem fetten Oel befreit sind, mit Weingeist aus, so löst sich darin ein Körper — Amygdalin — auf, der im reinen Zustande weiße, glänzende, schuppige Kryställchen darstellt, geruchlos ist, sich in Wasser mit Leichtigkeit zu einer geruchlosen Flüssigkeit löst und nicht im mindesten giftig wirkt. Seine Zusammensetzung ist

$C_{40}H_{27}NO_{22}$. — Mischt man die Lösung dieses Körpers mit einer Mandelmilch von süßen Mandeln, so entwickelt sich sogleich ein heftiger Geruch nach bitteren Mandeln, die Flüssigkeit wirkt giftig, und liefert bei der Destillation ein nach bitteren Mandeln riechendes Wasser und Oel (das rohe Bittermandelöl). Dasselbe Resultat erhält man, wenn man das ausgepreßte Pulver der bitteren Mandeln mit Wasser destillirt. Der Körper, welcher in diesen neben dem Amygdalin, und in den süßen Mandeln ohne dasselbe enthalten ist, dem später abzuhandelnden Pflanzeneiweiß gleicht und sich mit dem Amygdalin in beschriebener Weise umsetzt, heißt Emulsin, und ist ebenfalls nicht im mindesten giftig. Die bitteren Mandeln aber sind giftig, weil sich beim Zerkauen ätherisches Bittermandelöl bildet. — Dieses enthält zwei von einander trennbare Bestandtheile, nämlich Cyanwasserstoffsäure und reines Bittermandelöl ($C_{14}H_6O_2$), welche beide giftig sind. — Bleibt das letztere der Luft ausgesetzt, so nimmt dasselbe allmälig 2 Aeq. Sauerstoff auf und geht in das Hydrat der Säure über, die wir oben unter dem Namen Benzoësäure bereits kennen gelernt haben.

b. Senföl.

Ganz ähnlich wie die bitteren Mandeln verhält sich der Same des schwarzen Senfs. Derselbe enthält zwei Körper, Myronsäure und Myrosin, von denen der letztere dem Eiweiß ähnlich ist. Keiner derselben riecht, keiner ist scharf, beide vereinigt geben aber bei Gegenwart von Wasser sogleich eine scharf riechende Flüssigkeit, welche beim Destilliren Senföl und Senfölwasser liefert. Dieselben Produkte erhält man unmittelbar bei Destillation des Senfsamenpulvers mit Wasser. — Das Senföl hat einen überaus scharfen Geruch, sein Gas reizt die Augen heftig, auf der Haut zieht es Blasen. Es bedingt die Anwendung des Senfteiges als äußeres Reizmittel und Würze. Seine Formel ist $C_8H_5NS_2$. —

Dem Senföl ähnliche schwefelhaltige ätherische Oele liefern der Knoblauch, der Meerrettig, das Löffelkraut, die weiblichen Hopfenblüthen und andere Pflanzen und Pflanzentheile bei Destillation mit Wasser. — Das Hopfenöl ist dünnflüssig, sehr flüchtig, schmeckt brennend, riecht betäubend nach Hopfen, löst sich in Wasser in ziemlicher Menge.

Neunte Gruppe.

Harze.

A. Allgemeines.

§. 215.

Aus vielen Pflanzen schwitzen aus geborstenen oder verletzten Stellen der Rinde anfangs weiche, an der Luft erhärtende, tropfenförmige Massen aus, welche im Aeußeren mit Gummi große Aehnlichkeit haben, sich aber leicht davon unterscheiden lassen, wenn man ihr Verhalten zu Wasser oder Weingeist untersucht; denn während Gummi durch Wasser leicht, durch Weingeist aber nicht gelöst wird, werden die in Rede stehenden ausgeschwitzten Substanzen durch Wasser nicht, durch Weingeist hingegen leicht gelöst. Sie heißen Harze. — Reich an Harz sind von den bei uns vorkommenden Gewächsen namentlich die Nadelhölzer; geringe Mengen von Harz finden sich in den meisten Pflanzen. —

Die von der Natur gelieferten ausgeschwitzten harzigen Säfte sind fast niemals reines Harz, sondern sie enthalten meist größere oder geringere Mengen von ätherischem Oel und Wasser, ferner Gummi, Farbstoffe u. s. w., und zeigen hauptsächlich deswegen sehr verschiedene äußere Eigenschaften. Manche sind durch einen großen Gehalt an ätherischem Oel halbflüssig z. B. der Terpentin, der Perubalsam. Sie heißen Balsame. Andere sind fest, aber nur theilweise, unter Zurücklassung von Gummi, in Weingeist löslich, z. B. die Myrrhe, die Asa foetida. Sie heißen Gummiharze. — Wieder andere sind fest und ganz in Weingeist löslich, z. B. das Tannenharz. Diese sind an reinem Harz am reichsten und heißen eigentliche Harze.

Der Geruch der Harze ist bedingt durch die ihnen beigemengten ätherischen Oele. Da letztere nie fehlende Begleiter der Harze sind, und da es ferner bekannt ist, daß durch Oxydation der ätherischen Oele Harze gebildet werden, so liegt die Vermuthung nahe, daß die Harze überhaupt Oxydationsprodukte ätherischer Oele seien. Bei einigen Harzen, z. B. dem Tannenharz, ist diese Vermuthung als erwiesen zu betrachten. Aus der Zusammensetzung des Terpentinöls und Tannenharzes ergiebt sich jedoch, daß die Harze keine einfachen Oxyde der ätherischen Oele sind, sondern daß der Uebergang darauf beruht, daß einerseits Sauerstoff zu-, andererseits Wasserstoff austritt (offenbar mit Sauerstoff zu Wasser verbunden).

Destillirt man natürliche Harze mit Wasser, so erhält man das ihnen beigemengte ätherische Oel im Destillat, das zurückbleibende Harz ist frei davon und geruchlos; löst man es in Weingeist, so läßt es sich von beigemengtem Gummi trennen, destillirt man den Weingeist ab und schmilzt den Rückstand, so erhält man das Harz rein oder ziemlich rein. —

Die so gereinigten Harze sind alle bei gewöhnlicher Temperatur fest und spröde, in der Hitze schmelzbar, mit rußender Flamme brennend, im reinen Zustande geschmack- und geruchlos; sie werden beim Reiben elektrisch und zeigen zu Wasser und Weingeist das bereits angeführte Verhalten. Mischt man eine weingeistige Lösung mit Wasser, so scheidet sich das Harz feinzertheilt aus, und ertheilt der Flüssigkeit ein milchiges Ansehen.

B. Einzelne Harze.

§. 216.

Um die chemische Natur der Harze kennen zu lernen, wollen wir das am besten untersuchte und uns am meisten interessante — das Harz unserer Kiefern und Fichten — einer genaueren Prüfung unterwerfen.

Der aus der verletzten Rinde von Pinus sylvestris, Abies und picea L. austretende harzige Saft — der gemeine Terpentin — ist die Substanz, mit deren Betrachtung zu beginnen ist. Destillirt man denselben mit Wasser, so erhält man, wie bereits früher erwähnt, im Destillat Terpentinöl, in der Destillirblase bleibt ein brüchiges, beim Schmelzen Wasser ausgebendes Harz, der sogenannte gekochte Terpentin. Schmilzt man denselben, bis sein Wasser entwichen, so erhält man das allgemein bekannte Colophonium oder Geigenharz. — Läßt man den Terpentin an den Bäumen eintrocknen, so erhält man ein gelbliches weiches Harz, das Tannenharz, schmilzt man dasselbe, so wird daraus das sogenannte burgundische Pech.

Behandelt man das Fichtenharz oder den gekochten Terpentin mit Weingeist von 72 Proc. in der Kälte, so löst sich ein Theil auf (man hat denselben Alphaharz genannt), ein anderer (Betaharz) bleibt ungelöst. — Die weingeistige Lösung des Alphaharzes röthet Lackmus und liefert, mit Wasser vermischt, das Alphaharz als Niederschlag. Es krystallisirt nicht, löst sich leicht in Weingeist, Aether und ätherischen Oelen. Es verbindet sich mit Alkalien zu in Wasser löslichen seifenartigen, durch Kochsalz nicht abscheidbaren Ver-

bindungen (Harzseifen). Bei Vermischung ihrer Lösung mit anderweitigen Metallsalzlösungen erhält man Verbindungen des Harzes mit den entsprechenden Metalloxyden in Form unlöslicher Niederschläge. Das Alphaharz verhält sich demnach wie eine Säure und wird daher auch Pininsäure genannt. — Löst man den in kaltem Weingeist ungelöst gebliebenen Theil des Tannenharzes in heißem Weingeist und läßt erkalten, so krystallisirt das Betaharz heraus. Es stellt, durch Umkrystallisiren gereinigt, büschelförmig vereinigte tafel- oder säulenförmige Krystalle dar und gleicht sonst ganz dem Alphaharz. — Es hat ebenfalls den Charakter einer Säure und wird daher auch Sylvinsäure genannt.

Die Zusammensetzung beider Harze ist gleich und wird durch die Formel $C_{40}H_{30}O_4$ ausgedrückt.

Neben dem Alpha- und Betaharz ist im Colophonium noch ein drittes Harz, Gammaharz oder Colopholsäure, enthalten. Es ist ein Zersetzungsprodukt des Alphaharzes durch Hitze, unterscheid- und trennbar von den anderen durch Schwerlöslichkeit in Weingeist von 67 Proc. — Es ist im Colophonium bald mehr, bald weniger davon enthalten, je nachdem die Hitze beim Schmelzen bedeutend oder gering war.

So wie die harzigen Ausschwitzungen der Kiefern und Fichten verhalten sich alle übrigen natürlichen Harze, d. h. sie sind, auch von ätherischem Oel, Wasser, Gummi ꝛc. getrennt, keine einfachen organischen Körper, sondern Verbindungen mehrerer einfachen Harze. Ob unter letzteren solche sich finden, welche allen oder vielen Harzen gemeinschaftlich sind (entsprechend den allgemein verbreiteten einfachen Fetten) läßt sich bei der noch unvollständigen Kenntniß der meisten Harze für's erste nicht entscheiden.

Zu Alkalien und anderen Metalloxyden verhalten sich nicht alle Harze wie die Fichtenharze, d. h. nicht alle sind durch jene verseifbar und mit diesen verbindbar, z. B. das Elemiharz (von Amyris elemifera und zeylanica); man heißt solche Harze neutrale Harze, im Gegensatz zu den sauren Harzen, weil ihre weingeistige Lösung Lackmus nicht röthet. —

Viele Harze und Gummiharze finden in der Medizin häufige Anwendung, desgleichen zur Bereitung von Firnissen und anderen technischen Zwecken.

Zehnte Gruppe.

Kautschuk und kautschukartige Materien.

§. 217.

Aus dem Milchsaft vieler bei uns nicht einheimischer Bäume, z. B. Siphonia elastica, Tabernaemontana elastica, Lobelia Caoutchouc, erhält man, indem man denselben wiederholt auf ungebrannte Thonformen streicht, die Substanz, welche unter dem Namen Kautschuk, Federharz, Gummi elasticum in den Handel kommt. — Dieselbe ist im reinsten Zustande weiß (die schwarze Farbe des gewöhnlichen Kautschuks rührt daher, daß die mit Milchsaft bestrichenen Formen über rauchendem Flammfeuer zum Trocknen aufgehängt werden), durchscheinend, weich und sehr elastisch. Sie schmilzt bei 120°, bleibt aber nach dem Erkalten schmierig. In kochendem Wasser, sowie in Weingeist, quillt das Kautschuk auf, erweicht, aber löst sich nicht, und unterscheidet sich hierdurch wesentlich von allen bisher betrachteten Pflanzenbestandtheilen. In Aether und brenzlich-ätherischen Oelen (s. u.) löst es sich. Beim Verdunsten des Lösungsmittels bleibt es mit seinen ursprünglichen Eigenschaften zurück. — Seine Zusammensetzung kann durch die Formel C_8H_7 ausgedrückt werden.

Dem Kautschuk gleiche oder ähnliche Substanzen kommen auch bei uns in vielen Pflanzen vor, so im Lattig, dem Mohn, der Mistel ꝛc. Dieselben sind jedoch noch nicht näher untersucht.

Die Anwendungen des Kautschuks zum Wegwischen der Bleistiftstriche, zur Bereitung wasserdichter Zeuge u. s. w. sind bekannt. In der Chemie sind die Kautschukröhrchen unschätzbare Mittel zur Herstellung biegsamer und doch vollkommen luftdichter Röhrenapparate.

Elfte Gruppe.

Farbstoffe.

A. Allgemeines.

§. 218.

Alle bisher abgehandelten Pflanzenbestandtheile sind im reinen Zustande farblos oder weiß. Die Farben der Pflanzen und Pflanzentheile können also nicht durch ihre Gegenwart bedingt werden; sie

hängen in der That von besonderen, meist nur in geringer Menge vorhandenen Körpern ab, die man unter dem gemeinschaftlichen Namen Farbstoffe zusammenfaßt. Zu denselben rechnet man jedoch auch solche Körper, welche zwar in den Pflanzen in ungefärbtem Zustande vorkommen, bei Berührung mit der Luft aber, durch Aufnahme von Sauerstoff — z. B. Indigo — oder von Ammon und Sauerstoff — manche Flechtenfarbstoffe — Farbe annehmen. —

Ueber die Darstellung der Farbstoffe läßt sich nichts allgemein Gültiges sagen; die meisten lassen sich erhalten durch Schütteln des wässerigen oder weingeistigen Pflanzenauszugs mit Bleioxydhydrat. Hierdurch entsteht eine Verbindung des Farbstoffs mit Bleioxyd. Wäscht man dieselbe aus, vertheilt sie in Wasser und leitet Schwefelwasserstoff ein, so bekommt man Schwefelblei und den abgeschiedenen Farbstoff. Ist derselbe in Wasser löslich, so erhält man ihn beim Abdampfen der vom Schwefelblei abfiltrirten Flüssigkeit, ist er darin nicht löslich, so gewinnt man ihn durch Behandeln des schwefelbleihaltigen Niederschlags mit Weingeist, Filtriren und Abdampfen.

Allen (gefärbten) Farbstoffen gemeinschaftlich ist, daß sie durch Chlor bei Gegenwart von Wasser und durch schweflige Säure gebleicht werden. Das Bleichen durch Chlor beruht, wie wir bereits beim Chlor gesehen, auf einer Zerstörung (Oxydation) des Farbstoffs, das durch schweflige Säure auf einer Verbindung des Farbstoffs mit derselben (vergl. §. 43). Alle Farbstoffe verbinden sich mit Metalloxyden in bestimmten Verhältnissen und reihen sich in dieser Hinsicht am meisten den sauren Harzen an. — Verschieden sind die Farbstoffe der einzelnen Pflanzen durch ihre Farbe, ihre Löslichkeitsverhältnisse, ihre Fähigkeit durch Reduktionsmittel in farblosen Zustand übergeführt werden zu können, ihre Zusammensetzung u. s. w. — Was letztere betrifft, so ist vor Allem zu merken, daß nicht alle Farbstoffe nur aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff bestehen, sondern daß manche auch Stickstoff enthalten. Das strenge System verlangte daher, daß wir letztere erst bei den stickstoffhaltigen Pflanzenstoffen abhandelten, wir wollen aber hier von der Regel eine Ausnahme machen, um nicht die Gruppe der Farbstoffe trennen zu müssen.

B. Einzelne Farbstoffe.

§. 219.

Wir besprechen im Folgenden einige der Farbstoffe, welche für uns von besonderem Interesse sind. Sie mögen als Beispiele für die ganze Gruppe dienen.

a. Curcumin.

Das Curcumin ist der in der Wurzel von Curcuma longa enthaltene gelbe Farbstoff, welcher in der Färberei zum Gelbfärben, in der Chemie zur Darstellung des Curcumapapiers dient. — Es stellt geruchlose, durchscheinende, nicht krystallinische Schuppen dar, welche beim Zerreiben ein gelbes Pulver liefern. Es schmilzt bei 40°, ist in kaltem und kochendem Wasser wenig, aber leicht in Weingeist, Aether, ätherischen und fetten Oelen, desgleichen in Alkalien (mit rothbrauner Farbe) löslich. Es besteht aus 69,55 Kohlenstoff, 7,54 Wasserstoff und 22,91 Sauerstoff. — Das Curcumapapier stellt man dar, indem 1 Theil zerstoßener Curcumawurzel mit 6 Thln. schwachen Weingeistes ausgezogen und mit der erhaltenen Tinktur Streifen feinen Druckpapiers getränkt werden.

b. Lackmus.

Die unter dem Namen Lackmus im Handel in kleinen blauen Würfeln vorkommende Substanz wird erhalten, indem man gewisse Flechtenarten, namentlich Parmelia tartarea und Roccella, trocknet, pulvert, mit Potasche versetzt und mit Urin zu einem Teige macht. Die Masse, welche öfters mit neuem Urin begossen wird, bleibt etwa 40 Tage sich selbst überlassen, in welcher Zeit sie fault und purpurroth wird. Man knetet sie jetzt mit neu zugefügtem Urin, wodurch die Farbe blau wird, setzt gepulverte Kreide zu und macht damit einen steifen Teig, aus dem alsdann die kleinen länglichen Würfel gebildet werden.

Zieht man den Lackmus mit schwach alkalischem Wasser aus, fällt die tiefblaue Lösung mit essigsaurem Bleioxyd, zerlegt den Niederschlag mit Schwefelwasserstoff und behandelt das erhaltene Schwefelblei mit verdünntem Ammon, so lösen sich die mit demselben niedergefallenen Farbstoffe. Bei Zusatz von Essigsäure scheidet sich ein rothes Pulver ab, welches an Aether einen, an Weingeist einen zweiten (den hauptsächlichsten) Farbstoff abgiebt, während ein dritter ungelöst bleibt. Aus der ätherischen Lösung krystallisirt der erste in kleinen rothen Nadeln, der zweite bleibt beim Verdampfen seiner weingeistigen Lösung mit goldglänzender Farbe zurück. — Sämmtliche Farbstoffe sind also eigentlich roth und im Lackmus nur durch die Gegenwart von Alkali blau. Alle enthalten Stickstoff.

Das Lackmuspapier, welches uns in der Chemie so oft dient, erhält man, wenn man Lackmus mit Wasser oder verdünntem Weingeist auszieht und mit der tiefblauen, filtrirten Lösung (Lackmus-

tinktur) Streifen ungeleimten Papiers färbt. — Als Reagens empfindlicher wird es, wenn man der Lackmustinktur zuvor eine ganz geringe Menge einer Säure zusetzt, um einen Theil des freien Alkali's abzustumpfen. — Setzt man so viel Säure zu, daß die Lösung eben kirschroth wird, und tränkt man mit dieser alsdann Papier, so erhält man das geröthete Lackmuspapier.

c. Indigo.

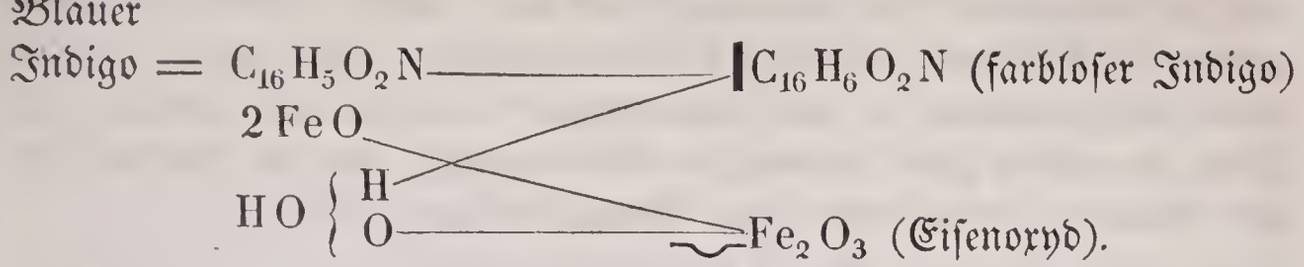
Der als Farbmaterial so überaus wichtige Indigo kommt in verschiedenen Pflanzen in farblosem Zustande vor, so in Indigofera Anil, tinctoria, argentea, disperma, in Polygonum tinctorium, Isatis tinctoria und anderen. — Man erhält ihn, indem man die blühenden Pflanzen abschneidet und in hölzernen Kasten mit Wasser übergossen stehen läßt; die anfangs grünliche Flüssigkeit geht bald in Kupferroth über und setzt nach Zusatz von Kalkwasser den Farbstoff in purpurfarbigen Flocken ab, welche man absitzen, dann in Beuteln abtropfen läßt und endlich trocknet. — Der Indigo stellt dunkelblaue, beim Reiben Kupferglanz annehmende, leichte Stücke dar. Er giebt bei auf einander folgender Behandlung mit verdünnter Schwefelsäure, Kalilauge und siedendem Alkohol drei verschiedene Stoffe — Indigleim, Indigbraun und Indigroth — ab, während der eigentliche blaue Farbstoff — das Indigblau — ziemlich rein zurückbleibt. — Man reinigt es, indem man es mit Wasser, Eisenvitriol und Kalk bei Luftabschluß in Berührung bringt. Hierdurch wird es in farblosem Zustande gelöst und scheidet sich, beim Hinstellen der Lösung (Indigküpe) an die Luft, als schön dunkelblaues Pulver in reiner Form ab.

Läßt man die Indigküpe bei Luftabschluß in verdünnte Schwefelsäure fließen, so erhält man weiße Flocken (farblosen Indigo), die in Wasser nicht, in Alkalilösungen leicht löslich sind und deren Zusammensetzung durch die Formel $C_{16}H_6O_2N$ ausgedrückt wird. Bei Zutritt der Luft verwandelt sich der farblose Indigo in blauen. — Vergleicht man die Formel des letzteren $C_{16}H_5O_2N$ mit der des farblosen Indigos, so sieht man, daß dieser nur 1 Aeq. Wasserstoff mehr enthält. Der Uebergang des einen in den andern wird durch folgende Schemas klar werden.

Farbloser Indigo $= C_{16}H_6O_2N = \begin{cases} C_{16}H_5O_2N \text{ (blauer Indigo)} \\ H \text{ ——— } \text{Wasser} \end{cases}$

O

und



Das zweite Schema drückt den Vorgang bei Darstellung der Indigküpe aus. Es ist dabei statt Kalk und Eisenvitriol Eisenoxydul in's Schema gebracht, weil dieses, mit Wasser zu Hydrat verbunden, aus der Zersetzung des schwefelsauren Eisenoxyduls mit Kalk hervorgeht.

Das Indigblau ist geschmack- und geruchlos, in Wasser, Weingeist und verdünnten Säuren unlöslich, erhitzt schmilzt es und verwandelt sich theils in ein purpurrothes Gas, welches sich erkaltend zu glänzenden kupferrothen Krystallen verdichtet, theils wird es zerstört. Mit Schwefelsäure (wasserfreier) verbindet sich das Indigblau zu einer in Wasser mit herrlichblauer Farbe löslichen Verbindung. Dieselbe läßt sich auch durch Auflösen des Indigblaus (oder auch des rohen Indigos) mit rauchendem Vitriolöl erhalten.

d. Blattgrün (Chlorophyll).

Die Blätter der Bäume und Sträucher, das Gras, die grünen Stengel u. s. w. verdanken ihre grüne Farbe einem eigenthümlichen, in den Pflanzen stets von Wachs begleiteten Farbstoffe, dem Blattgrün oder Chlorophyll. Es ist nur in sehr geringer Menge in den Pflanzen enthalten, und nach Berzelius enthalten alle Blätter eines großen Baumes kaum 10 Gran reines Blattgrün. — Dasselbe stellt eine dunkelgrüne, erdige Masse dar und liefert zerrieben ein grasgrünes Pulver; es löst sich nicht in Wasser, etwas schwer in Weingeist und Aether, leicht in wässeriger Salzsäure mit prächtig grüner Farbe, ebenso in Alkalilösungen. — Setzt man die grüne ätherische Lösung dem Lichte aus, so wird sie gelb und hinterläßt nach dem Verdunsten einen Rückstand, der vollkommen mit dem Farbstoff der gelben Herbstblätter übereinkommt. Man nennt denselben Blattgelb (Xanthophyll). —

Anhang zu den Farbstoffen.

§. 220.

a. Lackfarben.

Die Verbindungen der Farbstoffe mit Metalloxyden, welche meist intensiv gefärbt erscheinen, nennt man im Allgemeinen Lacke oder

Lackfarben. Dieselben werden zum Behuf der Malerei ꝛc. fabrikmäßig dargestellt. Am häufigsten sind die, welche Thonerde, Zinnoxyd oder Bleioxyd zur Basis haben und die man erhält, indem man die Farbhölzer ꝛc. mit Wasser oder schwacher Alkalilösung auszieht, im ersten Falle nachträglich Alkali zufügt und die Flüssigkeiten mit Alaun-, Zinnchlorür- oder Bleizuckerlösung fällt.

b. Färben mit Pflanzenfarben.

Taucht man ein Stück Zeug oder Papier in eine wässerige Abkochung von Curcumawurzel, Blauholz oder dergl., so färbt es sich. Die dem Zeuge so mitgetheilte Farbe ist aber meist nicht lebhaft und niemals dauerhaft. Behandelt man das Zeug mit Wasser, so wird sie weggewaschen. Tränkt man aber das Zeug zuerst mit essigsaurer Thonerde-, Zinnchlorür- oder Bleizuckerlösung, wäscht es dann aus und bringt es nun mit den Farbholzabkochungen in Berührung, so färben sich die Zeuge lebhaft und dauerhaft. Es rührt dies daher, daß die Zeuge (worauf wir bei der Holzfaser zurückkommen werden) die Fähigkeit haben, manche Salze in saure und basische zu zerlegen und sich mit den basischen zu verbinden. Kommen nun so behandelte (gebeizte) Zeuge mit den gelösten Farbstoffen zusammen, so entstehen Lackfarben, welche am Zeuge auf's festeste haften und, weil sie in Wasser unlöslich sind, beim Waschen unverändert bleiben. Durch verschiedene Beizen lassen sich mit einem und demselben Farbstoff oft ganz verschiedene Farben hervorbringen. — Beim Färben mit Indigo erreicht man das erwünschte Ziel — das Zeug dauerhaft mit einer gefärbten unlöslichen Substanz zu verbinden — auf eine andere Art. Man stellt nämlich auf die oben beschriebene Weise eine alkalische Lösung farblosen Indigs (Indigküpe) her, tränkt die Zeuge damit und setzt sie sodann der Luft aus. In dem Falle verwandelt sich der mit dem Zeuge verbundene farblose Indigo durch die Einwirkung des Sauerstoffs in blauen, der seiner Unlöslichkeit wegen allen Einwirkungen des Wassers ꝛc. widersteht.

Zwölfte Gruppe.

Bitterstoffe.

§. 221.

Viele Pflanzen und Pflanzentheile schmecken, wie bekannt, sehr bitter, z. B. die Gentianawurzeln, das Tausendgüldenkraut, der Bitterklee, die Chinarinden, der Wermuth u. s. w. — Diesen bit-

teren Geschmack verursachen zuweilen, z. B. in den Chinarinden, hauptsächlich bitter schmeckende Alkaloide, welche darin enthalten sind, in den meisten Fällen aber haben die bitter schmeckenden Pflanzenstoffe keine basischen Eigenschaften und sind deshalb keine Alkaloide. Man faßt sie einstweilen unter dem Namen Bitterstoffe zusammen, bis man ihre Natur genauer wird kennen gelernt haben, denn die hierher gehörigen Körper sind größtentheils nur sehr unvollständig untersucht. Die meisten sind in reinem Zustande krystallisirbar, alle von bitterem Geschmack, die meisten lösen sich sowohl in Wasser als Weingeist. Alle bestehen aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff; viele zeigen sich als Arzeneimittel sehr wirksam. — Betrachten wir, um die chemische Natur dieser Stoffe wenigstens einigermaßen kennen zu lernen, zwei der am besten untersuchten.

a. Salicin.

Das Salicin bedingt den bitteren Geschmack der Weidenrinden. Man erhält es, indem man den eingedampften wässerigen Auszug derselben durch Digestion mit Bleioxyd von organischen Säuren ꝛc. befreit, die abfiltrirte Flüssigkeit zur Syrupdicke abdampft und stehen läßt, in Form einer braunen krystallinischen Masse, aus der es durch wiederholtes Umkrystallisiren rein erhalten wird. Es stellt kleine, weiße Krystalle von höchst bitterem Geschmack dar, löst sich leicht in kochendem, etwas schwerer in kaltem Wasser, ziemlich leicht in Weingeist, nicht in Aether. Es schmilzt bei 100° und läßt sich nicht verflüchtigen. Zusammensetzung: $C_{26} H_{18} O_{14}$.

b. Aloin.

Das Aloin ist der Bitterstoff der Aloë, des bekannten Arzeneimittels, welches durch Eindampfen des Saftes oder wässerigen Absuds der Blätter von Aloë spicata und anderen Aloëarten erhalten wird. Man erhält ihn, indem man die Aloë mit Wasser bei Frostkälte auszieht, die Flüssigkeit mit Glaubersalz sättigt, wodurch das von der Aloinlösung gelöste Aloëharz abgeschieden wird, das Filtrat verdampft, den Rückstand mit Weingeist auszieht, welcher das Glaubersalz ungelöst läßt, und die weingeistige Lösung abdampft. Es stellt eine gelblich-braune, durchscheinende, spröde, nicht krystallinische Substanz dar, welche in der Hitze erweicht und schmilzt, und einen äußerst bitteren Geschmack hat. Sie löst sich leicht in Wasser und wässerigem Weingeist, bildet mit Bleioxyd eine unlösliche Verbindung. Zusammensetzung: $C_{12} H_8 O_6$.

Dreizehnte Gruppe.

Zellensubstanz (Cellulose) und Holzsubstanz (Lignin).

§. 222.

Es giebt in allen Pflanzen kleine Organe von runder oder länglicher, meist vieleckiger Form, welche zu den mannigfaltigsten Zwecken bestimmt sind. Es sind kleine, häutige Säckchen oder Schläuche, welche, überall geschlossen, trotzdem durch die Poren ihrer Wandungen eine Wechselwirkung zwischen ihrem Inhalte und dem umgebenden Raume gestatten. — Es sind die Zellen. — Zellgewebe nennt man die an einander gereihten Zellen, woraus manche Pflanzen (die Zellenpflanzen) ganz, andere (die Gefäßpflanzen) größtentheils bestehen. — Gefäße entstehen, wenn in einer Reihe von Zellenbläschen durch Aufbrechen der Berührungsflächen eine freie Verbindung hergestellt wird. —

Bei jeder Zelle können drei Substanzen unterschieden werden, wenigstens so lange sie noch jung ist:

a) die Substanz des Säckchens,
b) die Flüssigkeit des Säckchens,
c) aus dieser abgeschiedene Substanzen.

a) Die Substanz des Säckchens ist bei allen Pflanzen gleich, denn man erhält aus allen Pflanzen oder Pflanzentheilen, wenn man dieselben nach einander mit Weingeist, Aether, schwacher Alkalilauge, verdünnter Salzsäure und Wasser behandelt (sofern dadurch die Flüssigkeit der Zellen und das darin Abgelagerte gelöst und entfernt wird), stets eine und dieselbe Substanz, nämlich einen weißen, schwammigen oder faserigen, geschmack- und geruchlosen, unlöslichen, unschmelzbaren, nicht flüchtigen, verbrennlichen Körper, dessen Zusammensetzung durch die Formel $C_{24}H_{21}O_{21}$ ausgedrückt wird. Er heißt Zellensubstanz (Cellulose). — Zieht man von der Formel der Zellensubstanz 1 Aeq. Wasser ab, so bleibt $C_{24}H_{20}O_{20}$, d. i. zwei Mal die Formel der Stärke, des Dextrins, Gummis, Zuckers ꝛc. In der That gelingt es auch, die Zellensubstanz in Dextrin und Zucker überzuführen, und zwar indem man sie mit der $1\frac{1}{2}$fachen Menge Schwefelsäurehydrat befeuchtet, die Masse 24 Stunden stehen läßt, dann mit Wasser verdünnt und (sofern man Zuckerbildung beabsichtigt) kocht. — Aus diesem Vorgange läßt sich mit Wahrscheinlichkeit schließen, daß auch in der Pflanze ähnliche Umbildungen stattfinden, desgleichen bei der Verdauung im Magen der Thiere. — Dieselbe Substanz, aus welcher die Wandungen der Zellen bestehen, bildet auch die Wandungen der Gefäße.

b. Die Flüssigkeit der Zelle ist unter allen Verhältnissen eine Auflösung von Eiweiß oder anderen stickstoffhaltigen Pflanzenbestandtheilen, und enthält außerdem Zucker, Gummi, Salze u. dergl.

c. Die aus der Zellenflüssigkeit während des Lebensprocesses der Pflanzen sich abscheidenden Stoffe sind Substanzen der verschiedensten Art, bald schwimmen sie in der Flüssigkeit lose umher, z. B. die Stärkekügelchen, bald legen sie sich an die Wandung der Zelle fest an. Im letzteren Falle werden die Zellenwände nach innen mehr und mehr verdickt und es entsteht das, was wir Holz nennen. Das Holz ist demnach mit einer neuen Substanz ausgefüllte Cellulose. Diese neue Substanz heißt Holzsubstanz oder Lignin; von einigen Chemikern wird sie auch inkrustirender Stoff genannt. — Ihre Reindarstellung ist bis jetzt nicht gelungen; sie gleicht, so weit man sie aus ihrer Verbindung mit Zellensubstanz beurtheilen kann, dieser im Allgemeinen, unterscheidet sich jedoch von derselben dadurch, daß sie in schwacher Kalilauge löslich ist. Aus den meisten Pflanzentheilen läßt sich daher durch Behandlung mit Kalilauge die Zellensubstanz leicht rein erhalten, bei anderen, z. B. den Nuß-, Mandel-, Pfirsichkern-Schalen ꝛc. aber ist Cellulose und Lignin so innig verbunden, daß beide nicht vollständig getrennt werden können.

Aus dem Angeführten läßt sich erschließen, daß in jungen Pflanzen, in deren Zellen sich noch kein Lignin abgesetzt hat, die Zellensubstanz noch allein vorhanden sein müsse. Die Erfahrung hat dies auf's vollkommenste bestätigt; auch das Mark der Pflanzen, die Baumwolle, die Leinwand, das Papier sind von Holzsubstanz freie Zellensubstanz.

Die Cellulose, z. B. Leinenfaser, Baumwolle ꝛc., hat die Eigenschaft, einige Salze mit schwacher Basis, z. B. Thonerde-, Eisenoxyd-, Zinnoxydul-Salze in saure und basische Verbindungen zu zerlegen. Bringt man sie daher mit den wässerigen Lösungen derselben zusammen, so entzieht sie denselben basische Verbindungen, indem sie sich damit verbindet, die sauren Salze bleiben gelöst. Diese Zersetzung scheint auf der Wirkung der Adhäsionskraft zu beruhen, denn sie ist verschieden bei Zellensubstanz verschiedener Pflanzengattungen und nicht abhängig von der Masse, sondern von der Textur und Porosität. Sie schließt sich in dieser Beziehung den durch poröse Kohle bewirkten Zersetzungen an. — Daß von dieser Eigenschaft in der Färberei die wichtigste Anwendung gemacht wird, ist bereits oben erwähnt.

II. Stickstoffhaltige allgemein verbreitete Pflanzenstoffe.

1. Pflanzeneiweiß (Pflanzenalbumin).

§. 223.

Wenn man den Saft bei weitem der meisten Pflanzen oder Pflanzentheile kocht, so scheidet sich alsbald ein flockiges Gerinnsel ab; dasselbe ist bald weiß, bald (durch Chlorophyll) grün, je nach der Beschaffenheit der Pflanzensäfte. Nehmen wir an, wir hätten es aus Kartoffel- oder Rübensaft erhalten, so erscheint es als eine weißliche, flockige Substanz; durch Waschen mit Wasser, Weingeist und Aether läßt sich dieselbe von mit niedergerissenen Stoffen reinigen, denn sie ist darin unlöslich. — Dieser Körper, der getrocknet eine graue, hornartige, harte, geschmack- und geruchlose Masse darstellt, hat den Namen Pflanzeneiweiß erhalten. — Bringt man das getrocknete Pflanzeneiweiß mit Wasser zusammen, so erweicht es allmälig und geht wieder in den Zustand über, den es vor dem Trocknen hatte.

Da nun aber das Pflanzeneiweiß in Wasser unlöslich ist, wie ist es möglich, daß es in dem wässerigen Safte der Pflanzen gelöst sein kann? Auf diese Frage erhalten wir Antwort, wenn wir das Verhalten des Pflanzeneiweißes zu Säuren untersuchen. Behandelt man es nämlich mit verdünnter Phosphorsäure-, Citronen-, Weinstein- oder Aepfelsäure-Lösung, so wird es leicht aufgenommen, und da diese Lösungen sich gerade so verhalten, wie z. B. filtrirter Kartoffelsaft, d. h. da sie sowohl beim Kochen, als bei Zusatz von Schwefelsäure, von Queckſilberchlorid und anderen Salzen das Albumin oder die Albuminverbindungen in Gestalt flockiger Niederschläge abgeben, — da ferner freie Phosphorsäure oder wenigstens saure phosphorsaure Salze, freie Weinstein-, Citronen- und Aepfelsäure oder andere organische Säuren in den Pflanzen vorkommen, so steht dem Schlusse nichts entgegen, daß in den Pflanzensäften das Eiweiß durch eine oder mehrere der genannten Säuren in Lösung erhalten werde. —

Aber das Eiweiß kommt nicht nur durch Säuren gelöst in den Pflanzen vor, sondern es findet sich zuweilen auch in unlöslicher Form abgelagert. Von der Wahrheit dieses Satzes überzeugt man sich, wenn man Weizenmehl mit Wasser zu einem steifen Teige

macht und denselben in Wasser knetet. Man erhält dabei erstens eine durch Stärkekügelchen trübe Flüssigkeit, welche sich in der Ruhe klärt, sehr schwach sauer reagirt und beim Kochen Eiweiß abscheidet, — zweitens eine klebende, zähe Substanz, sogenannten Kleber. Kocht man denselben mit Weingeist, so vermindert sich seine Masse etwas, indem sich ein Theil desselben (Pflanzenleim) löst; die in Weingeist unlösliche größere Portion aber ist nichts anderes, als Pflanzeneiweiß.

Das Pflanzeneiweiß besteht in 100 Thln. aus 53,6 Kohlenstoff, 7,0 Wasserstoff, 15,7 Stickstoff, 22,0 Sauerstoff, 1,4 Schwefel und 0,3 Phosphor. — Es verbindet sich mit Basen zu salzartigen Verbindungen. Die mit Alkalien und alkalischen Erden sind löslich, die mit Erden und schweren Metalloxyden unlöslich.

2. Pflanzenleim.

§. 224.

Der Pflanzenleim findet sich hauptsächlich als Begleiter des in den Pflanzen abgelagerten, nicht gelösten Eiweißes. Daß man ihn aus dem Kleber durch Auskochen mit Weingeist ausziehen kann, wurde eben erwähnt. Beim Erkalten der weingeistigen Flüssigkeit aber, vollständiger noch beim Vermischen derselben mit Wasser und Abdestilliren, scheidet er sich in Gestalt eines flockigen Niederschlags aus. — Feucht stellt der Pflanzenleim eine blaßgelbe, klebende, zähe Masse dar, ohne Geschmack, von schwachem eigenthümlichem Geruch, — beim Trocknen wird er hornartig. In Wasser ist er nicht, in kaltem Weingeist wenig, in heißem leicht löslich. — Er ist die Ursache, daß Getreidemehl mit Wasser einen zähen Teig giebt. — Der Pflanzenleim enthält in 100 Thln. 54,8 Kohlenstoff, 7,0 Wasserstoff, 15,7 Stickstoff, 21,9 Sauerstoff und 0,6 Schwefel.

3. Legumin.

§. 225.

Zerreibt man durch Uebergießen mit warmem Wasser aufgequollene Hülsenfrüchte (Erbsen, Linsen, Bohnen ꝛc.) mit Wasser zu einem Brei, wäscht denselben auf einem feinen Siebe mit Wasser aus, läßt die durch Stärkekügelchen trübe Flüssigkeit sich klären, und setzt zu der klar abgegossenen etwas Essigsäure, so erhält man einen Niederschlag, der, durch Auswaschen mit Weingeist und Aether gereinigt, nach dem Trocknen eine gelblichweiße, zerreibliche Masse darstellt. Dieselbe unterscheidet sich vom Pflanzeneiweiß und Pflan-

zenleim dadurch, daß sie in kaltem wie heißem Wasser löslich ist. Sie hat den Namen Legumin erhalten. —

Das Legumin kommt jedoch nicht nur in den Samen der Leguminosen, sondern neben Eiweiß auch in den Mandeln und anderen ölgebenden Samen vor.

Eine wässerige Lösung von Legumin wird durch Zusatz von etwas Essigsäure oder Schwefelsäure sogleich gefällt, — Kleesäure, Aepfelsäure, Weinsteinsäure, Citronensäure hingegen fällen es nicht; in verdünnten alkalischen Flüssigkeiten lösen sich die durch Essigsäure, Schwefelsäure ꝛc. hervorgebrachten Niederschläge, welche aller Wahrscheinlichkeit nach Verbindungen des Legumins mit diesen Säuren sind, mit Leichtigkeit. — Mit den alkalischen Erden, Erden und schweren Metalloxyden bildet das Legumin unlösliche Verbindungen. Die Verbindung mit Kalk bildet sich stets, wenn Legumin oder ein Legumin enthaltender Pflanzentheil mit Wasser zusammenkommt, welches kohlensauren Kalk durch freie Kohlensäure in Lösung hält. Darauf beruht es, daß Erbsen ꝛc. mit solchem Wasser (vielen Brunnenwassern) nicht weich gekocht werden können.

Emulsin.

§. 226.

Wir haben oben bei dem Amygdalin angeführt, daß es, mit der Milch süßer Mandeln zusammenkommend, Bittermandelöl liefert. — Bringt man nun Amygdalin mit einer Lösung von Legumin oder Pflanzeneiweiß, oder einer Mischung beider, zusammen, so bleibt es unverändert, diese beiden Stoffe können es also nicht sein, welche die Umsetzung bewirken. Der, welcher sie bedingt, ist in der That ein weiterer stickstoffhaltiger Bestandtheil, welcher neben jenen in den süßen Mandeln enthalten ist, und den man erhält, wenn man die ausgepreßte Mandelkleie mit Wasser auszieht, filtrirt, durch Zusatz von Essigsäure und essigsaurem Bleioxyd Eiweiß, Legumin und Gummi fällt und nach Entfernung des gelösten Bleioxyds durch Schwefelwasserstoffgas Weingeist zumischt. Der Niederschlag, der auf diese Weise entsteht, hat den Namen Emulsin erhalten. —

Das Emulsin gleicht im Ansehen und in Bezug auf Löslichkeit in kaltem Wasser dem Legumin, unterscheidet sich aber von demselben dadurch, daß seine wässerige Lösung beim Erwärmen (bei 60°) gerinnt und ferner dadurch, daß sie weder durch Essigsäure, noch essigsaures Bleioxyd gefällt wird. — Das geronnene Emulsin ist in Wasser unlöslich.

Pollenin.

§. 227.

Behandelt man den Blüthenstaub (Pollen) der Pflanzen mit Wasser, Weingeist und Kalilauge, so bleibt ein großer Theil ungelöst; auch von verdünnten Säuren wird der Rückstand nicht aufgenommen. Der so erhaltene Körper enthält Stickstoff. Nach seinen Eigenschaften kann er weder Eiweiß, noch Pflanzenleim, Legumin oder Emulsin sein. Man hat ihm den Namen Pollenin gegeben. Er ist noch sehr unvollständig untersucht.

Ueber die wahrscheinliche Constitution der abgehandelten, stickstoffhaltigen Pflanzensubstanzen vergl. im 4ten Abschnitt der Abtheilung III., den Artikel Protein.

Zweiter Abschnitt.

Zusammensetzung der für Land- und Forstwirthschaft wichtigsten Pflanzen und Pflanzentheile.

---

§. 228.

Der vorliegende Abschnitt hat zum Zwecke, mit der chemischen Zusammensetzung derjenigen Pflanzen bekannt zu machen, welche für Landwirthschaft und Forstcultur vorwaltendes Interesse haben. Ich habe die sämmtlichen Pflanzen (nach Putsche's Encyklopädie der Landwirthschaft) in folgende Gruppen gebracht:

A. Eigentliche Halmfrüchte, — B. Uneigentliche Halmfrüchte, — C. Hülsenfrüchte, — D. Hackfrüchte, — E. Handels- und Gewerbs-Pflanzen, — F. Futtergewächse, — G. Obst tragende Gewächse, — H. Forstbäume, — I. Unkräuter.

Um die abzuhandelnden Pflanzen vollständig kennen zu lehren und zugleich die nothwendigen Anhaltspunkte für land- und forstwirthschaftliche Berechnungen zu bieten, glaubte ich folgende Punkte berühren zu müssen:

I. Verhältniß der einzelnen Pflanzentheile zu einander, z. B. Korn und Stroh.
II. Sämmtliche Bestandtheile der einzelnen Pflanzentheile.
III. Die Bestandtheile der einzelnen Pflanzentheile in Hauptgruppen.
IV. Die Bestandtheile der Asche der einzelnen Pflanzentheile.
V. Den Ertrag.
VI. Das Verhältniß von Volumen zu Gewicht, wo nöthig.
VII. Die Quantität der Salze, welche dem Boden durch eine Ernte der verschiedenen Pflanzen durchschnittlich entzogen wird.
VIII. Eine Uebersicht der durch eine Ernte der verschiedenen Pflanzen gelieferten Bestandtheile in vergleichbaren Hauptgruppen.

Um die mitzutheilenden Analysen von vorn herein richtiger Beurtheilung auszusetzen, bemerke ich, daß dieselben aus sehr verschiedenen Zeiten und somit Entwicklungsperioden der analytischen Chemie herrühren und deshalb nicht alle gleich genau sein können. Ich habe zwar nach Möglichkeit gesichtet und von den sämmtlichen vorhandenen Analysen die besten und zuverlässigsten ausgewählt, trotzdem aber bin ich überzeugt, daß noch viele unvollkommene Angaben mit untergelaufen sind. — Diese Unvollkommenheiten finden sich namentlich in den Analysen, welche sämmtliche Bestandtheile einer Pflanze oder eines Pflanzentheils umfassen, ja es läßt sich behaupten, daß diese fast alle einer genauen Revision bedürfen, da die angewendeten Methoden Fehlerquellen in sich schließen, welche man früher übersah, die man aber jetzt kennt. So beachtete man z. B. früher nicht, daß viele Pflanzenbestandtheile schon eine Veränderung erleiden, wenn sie bei Gegenwart von Wasser in der Wärme auf einander wirken, namentlich, daß unter diesen Umständen durch die Einwirkung freier Säuren (Pflanzensäuren) Stärkemehl, Gummi, Pektin ꝛc. in Zucker (beziehungsweise Dextrin) übergeführt werden. Aus diesem Gesichtspunkte betrachtet müssen fast alle Zucker- und Gummibestimmungen als nicht völlig richtig angesehen werden; ja nach den Untersuchungen Mitscherlich's und Krocker's ist es sogar so gut wie gewiß, daß in normalen reifen Getreidesamen weder Zucker noch Dextrin enthalten ist, während doch die Analysen beide Bestandtheile nachzuweisen scheinen (Dextrin unter dem Namen Gummi, siehe unten); — ganz derselbe Fall ist es mit den Kartoffeln. — Ich hätte unter diesen Umständen gern bessere Analysen an die Stelle der offenbar in dieser Beziehung mangelhaften gesetzt, leider aber hat die neuere Zeit keine solchen geliefert. — Zum Glücke jedoch haben wir über diejenigen Dinge, welche den Landwirth zunächst interessiren, nämlich die Hauptgruppen der Bestandtheile und die Aschenbestandtheile weit vollkommnere, ja sehr genaue Angaben. —

Ebenso wie nun in Bezug auf die Zuverlässigkeit vieler Analysen Manches zu wünschen übrig bleibt, so ist es auch zu bedauern, daß wir über viele so nahe liegende Dinge, wie die Zusammensetzung mancher Agricultur- und Forstpflanzen oder ihrer Theile, fast keine Angaben besitzen, ja kaum im Stande sind, in Bezug auf die wichtigsten, hinlänglich sichere Durchschnittszahlen berechnen zu können. Die Erlangung solcher, welche als Grundlagen und Anhaltspunkte bei Berechnungen fast allein dienen können, ist aber für land- und forstwirthschaftliche Zwecke das Ziel, nach dem vornehmlich gestrebt werden muß.

In Hinsicht der mehr landwirthschaftlichen Angaben bin ich den besten Autoritäten gefolgt, kann aber auch hier nicht unterlassen, mein Bedauern auszudrücken, daß unzählige, aus Mangel an genauer Angabe von Maß und Gewicht oder von dem Grade der Trockenheit, völlig werthlos und ganz umsonst gemacht sind, sowie daß fast die meisten, umhüllt von einem Chaos verwickelter, oft veralteter Maß- und Gewichtsangaben, kaum oder nur mit bedauerlicher Zeitverschwendung zugänglich und vergleichbar sind; oder wie will man es nennen, wenn ich Angaben anführe, wie die folgenden: »1 Würtembergisches Simmri = 1116,8 Pariser Cubikzoll gab folgende Mengen Oel in Kölnischen Pfunden« *). — Wenn man nun bedenkt, wie wichtig es gerade für den Landwirth ꝛc. ist, Angaben auf die leichteste und schnellste Art mit einander vergleichen zu können, so kann man wohl nur den Wunsch hegen, daß auch die Landwirthe (wie es bereits die Physiker, Chemiker ꝛc. gethan) sich vereinigen möchten, wissenschaftliche Angaben in einem und demselben Maße zu machen, und zwar in einem solchen, welches allenthalben gleich verständlich ist. In dieser Beziehung verdient aber das französische Decimalmaß seiner weiten Verbreitung, seiner Zweckmäßigkeit und seiner zum Rechnen so bequemen Gliederung halber offenbar den Vorzug; es ist mehr wie jedes andere geeignet, allenthalben gebraucht zu werden, denn seine Einheit ist von dem Quadranten der uns allen gemeinschaftlichen Erde entlehnt und seine Namen sind hergenommen aus dem Griechischen und Lateinischen, an welche Sprachen wir Alle gleiches Recht haben. — Ich habe es im Folgenden durchgängig gewählt. —

In Bezug auf die Bestandtheile der Asche der Pflanzen und Pflanzentheile bemerke ich, daß dieselben nach Abzug derjenigen gegeben sind, welche entweder überhaupt zufällig oder in Bezug auf ihre Menge von zufälligen Umständen abhängig sind, wie Kohle, Sand und Kohlensäure. Es mußte dies nothwendig geschehen, um die einzelnen Analysen vergleichbar zu machen. — Ich habe übrigens den durchschnittlichen Gehalt an Kohlensäure überall beigefügt, weil derselbe bekannt sein muß, um richtige Rechnungen anzustellen; denn bei Angabe des gesammten Aschengehalts einer Pflanze oder eines Pflanzentheils ist ja die Asche stets sammt etwaiger Kohlensäure aufgeführt. — Wir kommen auf diesen Gegenstand in dem Abschnitt über Agriculturchemie zurück.

---

*) Putsche's allgemeine Encyklopädie Bd. 12. S. 17.

A. Eigentliche Halmfrüchte.

a. Weizen (Triticum sativum Pers.).

§. 229.

I. Verhältniß des Strohs zu den Körnern.

100 Theile lufttrockne Weizenpflanzen liefern:

	Mittel:	höchstens: (Bouffingault)	mindestens: (Bouffingault)
Körner . .	29	47,3	20
Stroh . .	71	—	—

II. Körner des Weizens.

1. Sämmtliche Bestandtheile einzeln:

100 Theile Weizenkörner enthalten

	im Mittel:		I.*)	II.**)
	lufttrocken.	wasserfrei.	wasserfrei.	
Kleber	19,64	23,05	36,68	9,58
Eiweiß	0,95	1,12	1,54	0,76
Stärkemehl . . .	45,99	54,00	41,70	69,63
Gummi ? . . .	1,52	1,79	1,67	1,97
Traubenzucker ? .	1,50	1,76	1,46	2,00
Oel	0,87	1,02	1,13	1,05
Faser ***) . . .	12,34	14,49	14,88	14,63
Aschenbestandtheile	2,36	2,77	0,94	0,38
Wasser	14,83	—	—	—
	100,00	100,00	100,00	100,00

Höchster Wassergehalt: 15,48, — niedrigster 4,2 (?). — Höchster Aschengehalt des wasserfreien Weizens 3,13, — niedrigster 2,40. Die in den Analysen I. u. II. angegebenen Aschenmengen sind offenbar zu gering, in Folge mangelhafter Bestimmung.

*) Analyse eines höchst kleberreichen Weizens
**) » » » kleberarmen » } (Hermbstädt).
***) So nenne ich der Kürze wegen Zellen- und Holz-Substanz.

2. Bestandtheile in Hauptgruppen.

100 Theile Weizenkörner enthalten im Mittel:

	lufttrocken.	bei 100° getrocknet.
Stickstoffhaltige organische Substanzen . . .	20,57	24,17
Stickstofffreie org. Substanzen { Stärke ꝛc. . .	49,90	58,57
Stickstofffreie org. Substanzen { Faser . . .	12,34	14,49
Aschenbestandtheile	2,36	2,77
Wasser	14,83	—
	100,00	100,00

3. Bestandtheile der Asche.

100 Theile Weizenkörner-Asche enthalten*):

	Rother Weizen von Gießen. Fresenius u. Will	Weißer Weizen von Gießen. Fresenius u. Will	Weizen aus Holland Bichon	Weizen aus Solz in Kurhessen. Thon	Weizen aus dem Elsaß. Bousfingault	Weizen von Leipzig Schmidt	Mittel.
Kali	21,87	33,84	6,53	24,43	30,12	26,91	23,96
Natron	15,75	—	28,23	10,36	—	0,43	9,13
Kalk	1,93	3,09	3,97	3,02	3,00	1,99	2,83
Magnesia	9,60	13,54	13,18	13,72	16,26	6,50	12,13
Eisenoxyd	1,36	0,31	0,51	0,53	—	1,37	0,68
Phosphorsäure . . .	49,32	49,22	46,87	46,02	48,30	62,80	50,42
Schwefelsäure . . .	0,17	—	0,28	—	1,01	—	0,24
Kieselsäure	—	—	0,43	1,92	1,31	—	0,61
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

*) Die Asche der Weizenkörner ist kohlensäurefrei.

4. Verhältniß des Mehls zu der Kleie.

100 Theile lufttrockene Weizenkörner

	(Bousfingault)		
	Mittel.	höchstens.	mindestens.
liefern Mehl	74,1	86,8	61,5
» Kleie	25,9	13,2	38,5
	100,0	100,0	100,0.

5. Zusammensetzung einiger Weizen-Mehlarten (Horsford, Stärkegehalt nach Krocker).

100 Theile Mehl enthalten:

	Luft-trocken.		Bei 100° getrocknet.								
				Organische Materien.							
				Elementarbestandtheile.					Nähere Bestandth.		
	Wasser.	Wasserfreie Substanz.	Asche.	Kohlenstoff.	Wasserstoff.	Sauerstoff.	Stickstoff.	Schwefel.	Stickstoffhaltige.	Stickstofffreie Stärke.	Faser ꝛc.
Weizenmehl a. Wien, Nr. I. .	13,85	86,15	0,70	45,74	6,70	43,23	3,00	0,23	19,16	65,68	14,46
Weizenmehl a. Wien, Nr. II.	13,65	86,35	0,66	45,18	6,65	44,81	2,12	0,15	13,54	67,17	18,63
Weizenmehl a. Wien, Nr. III.	12,73	87,27	1,10	46,86	6,78	42,65	3,44	0,25	21,97	57,45	19,48

III. Stroh des Weizens.

1. Nähere Bestandtheile einzeln.

Noch nicht untersucht.

2. Nähere Bestandtheile in Hauptgruppen.

(Bouſſingault, Salze nach Bouſſingault, Berthier u. Sprengel.)

100 Theile Weizenstroh enthalten:		lufttrocken.	wasserfrei.
Stickstoffhaltige organische Substanzen		1,85	2,5
Stickstofffreie » »	in Kalilauge lösliche	26,34	35,6
	» » unlösliche	41,22	55,7
Aschenbestandtheile		4,59	6,2
Wasser		26,00	—
		100,00	100,0

3. Zusammensetzung der Asche (Berthier)*).

Kali	13,78
Kalk	6,88
Phosphorsäure	1,15
Schwefelsäure	0,21
Kieselsäure	74,64
Chlorkalium	3,34
	100,00

*) Die Asche des Weizenstrohs enthält keine Kohlensäure.

IV. Bemerkungen zu Weizen.

1. Eine Hektare liefert:	Mittel. (Deutschl. 8 Ang.)	höchstens. (Mississippi).	mindestens. (Dordogne).
Ertrag an Körnern (Aussaat abgerechnet (in Hektolitern) . . .	20	38,6	5,4
2. Ein Hektoliter Weizen wiegt Kilogramme (Bousſingault) . .	77	80	71

3. Demnach liefert dem Gewichte nach eine Hektare im Mittel:

Körner	1540 Kilogramme
Stroh	3770 »
zusammen	5310 Kilogramme.

4. Eine mittlere Weizenernte entzieht dem Boden (einer Hektare) Aschenbestandtheile:

in den Körnern	36,34 Kilogramme
im Stroh . . .	173,04 »
Summa .	209,38 Kilogramme.

5. Eine mittlere Weizenernte von einer Hektare liefert:

	in den Körnern.	im Stroh.	zusammen.
Stickstoffhaltige Substanzen	316,79	69,74	386,53
Stickstofffreie Substanzen { Stärke ꝛc. . . .	768,47	2547,01	3505,49
Stickstofffreie Substanzen { Zell- u. Holzsubstanz	190,01		
Aschenbestandtheile	36,34	173,04	209,38
Wasser	228,39	980,21	1208,60
	1540,00	3770,00	5310,00

b. **Roggen** (Secale cereale).

§. 230.

I. Verhältniß des Strohs zu den Körnern.

100 Theile lufttrockne Roggenpflanzen liefern:

	(Bousſingault)		
	Mittel.	höchstens.	mindestens.
Körner . . .	32	39	20
Stroh	68	—	—
	100		

II. Körner.

1. Sämmtliche Bestandtheile einzeln.

100 Theile Roggenkörner enthalten:

	im Mittel:		I.*)	II.**)
	lufttrocken	wasserfrei	wasserfrei	
Kleber	10,79	12,40	13,3	9,5
Eiweiß	3,04	3,50	4,0	2,9
Stärkemehl	51,14	58,78	57,8	62,5
Gummi (?)	5,31	6,10	6,9	6,1
Traubenzucker (?)	3,74	4,30	4,0	5,3
Oel	0,95	1,09	1,2	1,0
Hülsen	10,29	11,83	11,9	11,2
Aschenbestandtheile	1,74	2,00	0,9	1,5
Wasser	13,00	—	—	—
	100,00	100,00	100,00	100,00

*) Analyse eines höchst kleberreichen Roggens
**) » » » kleberarmen » } (Hermbstädt).

Höchster Wassergehalt 16,6. — Niedrigster 10,0. — Höchster Aschengehalt des wasserfreien Roggens 4,6 (?), — niedrigster 0,86.

2. Bestandtheile in Hauptgruppen.

100 Theile Roggenkörner enthalten im Mittel:

		lufttrocken	wasserfrei
Stickstoffhaltige organ. Substanzen		13,83	15,90
Stickstofffreie » »	Stärke ꝛc. . . .	61,14	70,27
	Faser	10,29	11,83
Aschenbestandtheile		1,74	2,00
Wasser		13,00	—
		100,00	100,00.

3. Bestandtheile der Asche.

100 Theile Roggenkörnerasche *) enthalten:

	Roggen von Gießen. Fresenius u. Will.	Roggen von Cleve. Bichon.	Roggen von Leipzig. Geradewohl	Mittel.
Kali	32,76	11,11	30,49	24,79
Natron	4,45	18,36	—	7,60
Kalk	2,92	6,85	3,07	4,28
Magnesia . . .	10,13	10,28	11,38	10,60
Thonerde	—	—	2,09	0,69
Eisenoxyd. . . .	0,82	1,85	3,07	1,91
Phosphorsäure . .	47,29	50,38	45,59	47,76
Schwefelsäure . .	1,46	0,49	—	0,65
Kieselsäure . . .	0,17	0,68	4,31	1,72
	100,00	100,00	100,00	100,00

*) Die Roggenkörnerasche enthält keine Kohlensäure.

4. Verhältniß des Mehls zu der Kleie.

100 Theile Roggenkörner liefern durchschnittlich 76 Proc. Schwarzmehl,
24 » Kleie,
100

5. Zusammensetzung einiger Mehlarten.

(I. u. II. Horsford, Stärke: Krocker, III. Bousssingault.)

100 Theile Roggenmehl enthalten:

	Luft-trocken.		Wasserfrei.								
				Organische Materien.							
				Elementarbestandtheile.					Nähere Bestandth.		
	Wasser.	Wasserfreie Substanz.	Asche.	Kohlenstoff.	Wasserstoff.	Sauerstoff.	Stickstoff.	Schwefel.	Stickstoffhaltige	Stickstofffreie Stärke.	Faser ꝛc.
Roggenmehl v. Wien, Nr. I. .	13,78	86,22	1,33	44,37	6,65	44,55	1,87	0,13	11,94	60,91	25,82
dito Nr. II. . .	14,68	85,32	1,07	45,19	6,56	42,77	2,93	0,21	18,71	54,48	25,74
dito v. Bechelbronn	17,00	83,00	—	—	—	—	—	—	10,50	78,00	—

NB. Die 78 Proc. des Roggenmehls von Bechelbronn, unter der Rubrik

Stärke enthalten, bestanden aus 64,0 Stärke, — 3,0 Traubenzucker, — 11,0 Gummi. Außerdem enthielt das Mehl 3,5 fettes Oel und 6,0 Faser und Salze. Verlust 2,0. —

III. Stroh.

1. Nähere Bestandtheile einzeln.

Noch nicht untersucht.

2. Nähere Bestandtheile in Hauptgruppen.

(Bouſſingault, Verhalten zu Kalilauge nach Sprengel.)

100 Theile Roggenstroh enthalten:		lufttrocken	wasserfrei
Stickstoffhaltige organische Substanzen		1,52	1,87
Stickstofffreie » »	in Kalilauge lösliche	37,10	45,63
	» » unlösliche	39,75	48,90
Aschenbestandtheile		2,93	3,60
Wasser		18,70	—
		100,00	100,00.

3. Zusammensetzung der Roggenstrohasche *) (Fresenius).

Kali	17,19
Magnesia	2,41
Kalk	9,06
Phosphorsäure	3,82
Schwefelsäure	0,83
Kieselsäure	64,50
Eisenoxyd	1,36
Chlornatrium	0,57
Chlorkalium	0,26
	100,00.

*) Die Roggenstrohasche enthält keine Kohlensäure.

IV. Bemerkungen zu Roggen.

1. Eine Hektare liefert:	Mittel: (von 15 Angab.)	höchstens: (Pfalz: Mölinger.)	mindestens: (Mark: Podewils.)
Ertrag an Körnern (Aussaat abgerechnet) in Hektolitern	19	28,3	9,6
	(Bouſſingault.)		(Schwerz.)
2. Ein Hektoliter wiegt Kilogramme . . .	75	78	72

3. Demnach liefert dem Gewichte nach eine Hektare im Mittel:

Körner	1425 Kilogramme.
Stroh	3028 »
	4453 Kilogramme.

4. Eine mittlere Roggenernte entzieht dem Boden (einer Hektare) an Aschenbestandtheilen:

in den Körnern	24,79	Kilogr.
im Stroh . . .	88,72	»
Summa	113,51	Kilogr.

5. Eine mittlere Roggenernte von einer Hektare liefert Kilogramme:

		in den Körnern	im Stroh	zusammen
Stickstoffhaltige Substanzen		197,09	46,02	243,11
Stickstofffreie Substanzen	Stärke ꝛc. .	871,24	2327,02	3344,89
	Faser . . .	146,63		
Aschenbestandtheile		24,79	88,72	113,51
Wasser		185,25	566,24	751,49
		1425,00	3028,00	4453,00

c. Gerste (Hordeum).

§. 231.

I. Verhältniß des Strohes zu den Körnern.

100 Theile lufttrockene Gerstenpflanzen liefern:

	Schwerz.		
	Mittel:	höchstens:	mindestens:
Körner . . .	33,3	(sehr abweichend.)	
Stroh . . .	66,7		
	100,0.		

II. Körner.

1. Sämmtliche Bestandtheile einzeln.

100 Theile Gerstenkörner enthalten im Mittel (Hermbstädt, Horsford, Krocker, Bouſſingault, Zenneck):

	lufttrocken	wasserfrei
Kleber	12,88	14,96
Eiweiß	0,30	0,35
Stärkemehl	48,06	55,80
Gummi?	3,87	4,50
Zucker?	3,75	4,36
Oel	0,34	0,40
Faser	13,34	15,50
Aschenbestandtheile . .	3,56	4,13
Wasser	13,90	—
	100,00	100,00.

Höchster Wassergehalt: 16,8, — niedrigster 10,2. — Höchster Aschengehalt: 5,52, — niedrigster 2,84.

2. Bestandtheile in Hauptgruppen.

100 Theile Gerstenkörner enthalten:

	im Mittel:		I. *)	II. *)
	lufttrocken	wasserfrei	wasserfrei	
Stickstoffhaltige organische Substanzen	13,18	15,31	17,81	3,30 ?
Stickstofffreie dito { Stärke ꝛc.	56,02	65,06	38,30	81,59
Stickstofffreie dito { Faser . .	13,34	15,50	38,37	15,00
Aschenbestandtheile	3,56	4,13	5,52	0,11 ?
Wasser	13,90	—	—	—
	100,00	100,00	100,00	100,00

*) Eine sehr kleberreiche Gerste enthielt (Horsford, Krocker)
**) Eine sehr kleberarme Gerste enthielt (Hermbstädt)

3. Bestandtheile der Asche.

100 Theile Gerstenkörnerasche *) enthalten:

	Gerste von Holland. (Bichon.)	Hordeum distichon von Neufchatel. (Köchlin.)	Gerste von Leipzig. (Schmidt.)	Gerste aus England. (Way.)	Gerste von der Küste von Essex. (Way.)	Mittel.
Kali	3,93	13,75	21,09	18,59	20,71	15,61
Natron . . .	17,13	6,75	—	—	1,28	5,03
Kalk	3,39	2,21	1,68	3,50	4,42	3,06
Magnesia . . .	10,14	8,60	6,97	7,40	7,06	8,04
Eisenoxyd . . .	1,95	1,07	2,11	2,24	2,35	1,71**)
Phosphorsäure .	41,00	39,80	38,80	30,39	28,46	35,68
Schwefelsäure .	0,27	0,17	—	3,31	2,36	1,22
Kieselsäure . .	22,19	27,65	29,35	32,33	33,36	28,97
Chlornatrium .	—	—	—	2,24	—	0,45
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	99,77

*) Die Asche der Gerstenkörner ist frei von Kohlensäure.

**) Nur aus den drei ersten Analysen berechnet, weil die Aschen von 4 und 5 in eisernen Gefäßen bereitet worden waren und deshalb etwas zu viel Eisen enthielten.

4. Verhältniß des Mehls zu der Kleie.

100 Theile lufttrockene Gerstenkörner liefern im Mittel:

Mehl . . .	80
Kleie . . .	20
	100.

5. Zusammensetzung des Gerstenmehls.

Einhof fand in 100 Theilen:

Stärke 67,18, — Faser 7,19, — Kleber 3,52, — Schleim (?) 4,62, — Eiweiß 1,15, — Zucker (?) 5,21, — Salze 0,24, — Wasser 10,89.

III. Stroh der Gerste.

1. Nähere Bestandtheile einzeln.

Nicht untersucht.

2. Nähere Bestandtheile in Hauptgruppen (Einhof, Sprengel).

100 Theile Gerstenstroh enthalten:		lufttrocken	wasserfrei
Stickstoffhaltige organische Substanzen		1,70	1,91
Stickstofffreie » »	in Kalilauge lösliche	49,78	55,90
	» » unlösliche	32,34	36,31
Aschenbestandtheile		5,24	5,88
Wasser		10,94	—
		100,00	100,00.

3. Zusammensetzung der Asche *).

100 Theile Gerstenstrohasche enthalten:

	Sprengel	Way. Gerste aus England.	Way. Gerste von der Küste von Essex.	Mittel der beiden letzten.	Way. Grannen der Gerste v. Engl.**)
Kali	3,43	23,59	20,73	22,17	1,28
Natron	—	1,02	0,67	0,84	0,24
Kalk	10,58	9,34	5,85	7,59	4,92
Magnesia	1,44	1,64	5,47	3,55	0,97
Thonerde	2,78?	—	—	—	—
Eisenoxyd	0,26	4,58†)	4,13†)	4,35†)	1,51†)
Manganoxyduloxyd .	0,38	—	—	—	—
Kieselsäure	73,55	45,66	46,93	46,30	88,12
Phosphorsäure . .	3,05	1,74	4,70	3,22	1,28
Schwefelsäure . . .	2,25	4,45	0,77	2,61	0,89
Chlornatrium . . .	2,28	7,98	10,75	9,37	0,79
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

*) Die Gerstenstrohasche enthält keine oder fast keine Kohlensäure. Way fand einmal 1,27 Proc.

**) Aschenprocente 13,7 (Way).

†) Etwas zu hoch, weil die Asche in eisernen Gefäßen bereitet worden.

IV. Bemerkungen zu Gerste.

1. Eine Hektare liefert:
   Ertrag an Körnern (Aussaat abgerechnet) in Hektolitern (nach Bousfingault) durchschnittlich 38.

2. Ein Hektoliter Gerstenkörner wiegt durchschnittlich 63 Kilogramme (Bousfingault).

3. Demnach liefert dem Gewichte nach eine Hektare im Mittel:

Körner	2394 Kilogr.
Stroh	4788 »
Summa	7182 Kilogr.

4. Eine mittlere Gerstenernte von einer Hektare entzieht dem Boden Aschenbestandtheile:

in den Körnern . . .	85,23 Kilogr.
im Stroh	250,89 »
Summa	336,12 Kilogr.

5. Eine mittlere Gerstenernte von einer Hektare liefert Kilogramme:

	in den Körnern	im Stroh	zusammen
Stickstoffhaltige Substanzen	315,53	81,40	396,93
Stickstofffreie Substanzen { Faser . . .	319,36	3931,90	5592,38
Stickstofffreie Substanzen { Sonstiges . .	1341,12		
Aschenbestandtheile	85,23	250,89	336,12
Wasser	332,76	523,81	856,57
	2394,00	4788,00	7182,00

d. **Hafer** (Avena sativa).

§. 232.

I. Verhältniß des Strohes zu den Körnern.

100 Theile lufttrockene Haferpflanzen liefern durchschnittlich (Schwerz):

Körner . . .	37 Thle.
Stroh . . .	63 »
	100 Thle.

II. Körner.

1. Sämmtliche Bestandtheile einzeln.

(Bouſſingault, Horsford, Krocker, Hermbstädt):

	im Mittel:		I.*)	II.**)
	lufttrocken	wasserfrei	wasserfrei	
Kleber	13,3	15,2	19,05	17,74
Eiweiß	0,3	0,4	2,17	1,76
Stärkemehl . . .	41,2	47,1	65,60	64,79
Gummi? . . .	3,3	3,8	2,28	2,12
Traubenzucker . .	5,2	6,0	0,80	2,09
Oel	5,8	6,7	7,38	6,41
Faser	14,8	17,0	2,28	2,84
Aschenbestandtheile	3,3	3,8	1,75	0,94
Wasser	12,8	—	—	—
	100,0	100,0	101,31	98,69

Höchster Wassergehalt: 20,8, — niedrigster 10,8. — Höchster Aschengehalt 4,14, — niedrigster 3,26.

*) Analyse geschälten Kartoffelhafers von Northumberland, nach Norton.
**) Analyse geschälten Hopetonhafers von Ayrshire, nach Norton.

2. Bestandtheile in Hauptgruppen:

100 Theile Haferkörner enthalten:

		im Mittel:		I.*)	II.**)
		lufttrocken	wasserfrei	wasserfrei	
Stickstoffh. org. Subst. . . .		13,6	15,6	18,00	13,7
Stickstofff. » »	Stärke ꝛc.	55,5	63,6	37,41	64,6
	Faser .	14,8	17,0	40,45	21,7
Aschenbestandtheile		3,3	3,8	4,14	
Wasser		12,8	—	—	—
		100,0	100,0	100,00	100,0

*) Analyse eines sehr kleberreichen Hafers, Rispenhafer, früher, weißer. Horsford und Krocker. — Die 37,41 sind reine Stärke, die 40,45 Faser und Sonstiges.

**) Analyse eines kleberärmeren Hafers (Bouſſingault).

3. Bestandtheile der Asche.

100 Theile Haferkörner-Asche enthalten*).

	Geschälter Hafer von völlig humusfreiem Boden (Salm-Horstmar.)	Hafer aus dem Elsaß (ungeschält) (Boussingault.)	Hafer von Leipzig (ungeschält) (Knop und Schneder-mann.)	Mittel: der beiden letzten
Kali	20,40	13,0	15,4	14,2
Natron	1,90	—	—	—
Kalk	3,50	3,9	1,5	2,7
Magnesia . . .	14,30	8 1	9,7	8,9
Eisenoxyd . . .	(u. Mn_3O_4 3,12	1,3	u. Manganoxyd 1,1	1,2
Phosphorsäure . .	42,54	15,6	18,7	17,1
Schwefelsäure . .	1,70	1,0	1,1	1,0
Chlorkalium . .	Spuren	1,1	—	0,6
Kieselsäure . . .	12,54	56,0	52,5	54,3
	100,00	100,0	100,0	100,0

*) Die Asche der Haferkörner ist frei von Kohlensäure.

4. Verhältniß des Mehls zu der Kleie.

100 Theile lufttrockene Haferkörner lieferten Boussingault 78,0 Mehl und 22,0 Kleie. — Hermbstädt erhielt von 100 Theilen des gemeinen weißen Hafers 57,8 Theile Mehl, 34,2 Hülse und 7,9 Wasser, — Vogel erhielt 66 Mehl und 34 Kleie.

III. Stroh (des Hafers).

1. Nähere Bestandtheile einzeln.

Nicht untersucht.

2. Nähere Bestandtheile in Hauptgruppen (Boussingault).

100 Theile Haferstroh enthalten:		lufttrocken	wasserfrei
Stickstoffhaltige organische Substanzen		1,8	2,5
Stickstofffreie » »	in Kalilauge lösliche	22,1	31,2
	» » unlösliche	43,8	61,2
Aschenbestandtheile		3,6	5,1
Wasser		28,7	—
		100,0	100,0

3. Zusammensetzung der Haferstroh-Asche*).

	Stroh aus Kurhessen (Levi).	Stroh von völlig humusfreiem Boden (Salm-Horstmar).
Kali	12,23	45,59
Natron	13,39	—
Kalk	7,32	5,36
Magnesia	4,60	3,82
Eisenoxyd	1,42	1,63 (u. Mn_3O_4)
Phosphorsäure	1,95	0,57
Schwefelsäure	2,16	4,99
Kieselsäure	54,42	24,58
Chlornatrium	2,51	8,45
Chlorkalium	—	5,01
	100,00	100,00

*) Die Asche des Haferstrohes enthält keine Kohlensäure oder nur Spuren.

Ich lasse hier eine sehr interessante Uebersicht von John Pitkin Norton folgen, aus der die Zusammensetzung der Aschen, welche die verschiedenen Theile des Hopetonhafers lieferten, zu ersehen ist*).

	Körner.	Schalen.	Spreu.	Blätter.	Obere Partie des Strohes.	Mittlere Partie des Strohes.	Untere Partie des Strohes.
Schwefelsäure	—	9,61	5,32	14,80	16,33	18,45	12,29
Phosphorsäure	49,19	1,04	—	—	—	—	—
Chlornatrium	0,35	0,24	5,11	2,29	3,13	3,03	15,36
Phosphorsaurer Kalk, Magnesia u. Eisenoxyd	—	—	5,84	6,13	2,84	3,03	0,78
Kali u. Natron	31,56	10,26	7,96	14,89	19,09	21,80	43,17
Kalk	5,32	1,95	4,53	6,99	7,02	7,23	6,06
Magnesia	8,69	0,38	1,84	2,55	2,84	2,91	2,07
Eisenoxyd	0,88	1,58	0,24	—	0,30	1,40	0,61
Manganoxyduloxyd	—	0,92	11,99	—	—	—	—
Kieselsäure	1,87	72,85	56,05	51,65	48,44	40,48	17,28
	97,86	98,83	98,90	99,30	99,99	98,33	98,35

*) Die ganze für Landwirthe sehr wichtige und überaus umfassend durchgeführte Untersuchung des Hafers von Norton ist zu finden in Sillimans Journ. II. Ser. Vol. III. p. 100 — 120 und 318 — 333, ferner im pharm. Centralblatt 1847. Nr. 30 und 31.

IV. Bemerkungen zu Hafer.

1. Eine Hektare liefert:
   Ertrag an Körnern (Aussaat abgerechnet) in Hektolitern, im Mittel 38.

2. Ein Hektoliter Haferkörner wiegt durchschnittlich 47 Kilogramm.

3. Demnach liefert dem Gewichte nach eine Hektare im Mittel:

Körner	1786
Stroh	3041
Summa	4827

4. Eine mittlere Haferernte von einer Hektare entzieht dem Boden Salze:

in den Körnern	58,9 Kilogr.
im Stroh	109,5 »
Summa	168,4 Kilogr.

5. Eine mittlere Gerstenernte von einer Hektare liefert Kilogramme:

		in den Körnern	im Stroh	zusammen
Stickstoffhaltige Substanzen		242,9	54,7	297,6
Stickstofffreie »	Faser . .	264,4	2004,0	3259,6
	Sonstiges .	991,2		
Aschenbestandtheile		58,9	109,5	168,4
Wasser		228,6	872,8	1101,4
		1786,0	3041,0	4827,0

e. **Reis** (Oryza sativa).

§. 233.

Der Reis ist bei uns kein Gegenstand der Landwirthschaft, sondern nur des Handels, trotzdem ist es der Vergleichung mit anderen Getreidesamen halber interessant, seine chemische Zusammensetzung kennen zu lernen.

1. Sämmtliche Bestandtheile des Reis-Samens einzeln:

100 Theile enthalten:

	im Mittel:		Carolina-Reis	Piemont-Reis	Handelsreis (Thnéard)
	lufttrocken	wasserfrei	nach Braconnot wasserfrei		wasserfrei
Kleber u. Eiweiß .	5,43	6,02	3,8	3,9	7,5
Stärkemehl . . .	79,60	87,85	89,5	90,1	86,9
Oel	0,39	0,43	0,2	0,3	0,8
Traubenzucker . .	0,18	0,20	0,3	0,1	0,5
Gummi	0,38	0,40	0,7	0,1	
Faser	4,10	4,53	5,1	5,1	3,4
Aschenbestandtheile.	0,52	0,57	0,4	0,4	0,9
Wasser	9,40	—	—	—	—
	100,00	100,00	100,0	100,0	100,0

Höchster Wassergehalt 15,14, — niedrigster 5,0. — Höchster Aschengehalt 0,90, — niedrigster 0,36.

2. Bestandtheile in Hauptgruppen.

		lufttrocken	wasserfrei
Stickstoffhaltige organische Substanzen		5,43	6,02
Stickstofffreie » »	Stärke ꝛc. . .	80,55	88,88
	Faser	4,10	4,53
Aschenbestandtheile		0,52	0,57
Wasser		9,40	—
		100,0	100,00

B. Uneigentliche Halmfrüchte.

a. Mais (Zea mays).

§. 234.

I. Verhältniß des Strohes und der Hüllen zu den Körnern.

100 Theile lufttrockene Maispflanzen liefern (Burger):

Körner	38,4	oder	38,4
Stroh	45,6		
Hüllen von den Aehren . .	5,6	. .	61,6
Aehren ohne Körner	10,4		
	100,0		100,0

II. Körner.

1. Sämmtliche Bestandtheile einzeln.

100 Theile Maiskörner enthalten nach Payen, Klebergehalt von Bouſſingault bestätigt, Wassergehalt nach Burger:

	frisch geerntet	10 Monate alt	wasserfrei
Kleber u. Eiweiß	71,4	10,71	12,3
Stärkemehl		61,95	71,2
Fettes Oel		7,83	9,0
Dextrin u. Traubenzucker		0,34	0,4
Faser		5,13	5,9
Aschenbestandtheile		1,04	1,2
Wasser	28,6	13,00	—
		100,00	100,0

2. Bestandtheile in Hauptgruppen.

100 Theile Maiskörner enthalten sonach:		lufttrocken	wasserfrei
Stickstoffhaltige Substanzen		10,71	12,3
Stickstofffreie »	Stärke ꝛc.	70,12	80,6
	Faser	5,13	5,9
Aschenbestandtheile		1,04	1,2
Wasser		13,00	—
		100,0	100,0

3. Bestandtheile der Maiskörner-Asche *) (Mais aus Elsaß, Letellier):

Kali und Natron	30,8
Kalk	1,3
Magnesia	17,0
Phosphorsäure	50,1
Kieselsäure	0,8
	100,0

*) Die Asche der Maiskörner enthält keine Kohlensäure oder nur Spuren.

III. Stroh (des Mais).

1. Nähere Bestandtheile einzeln.

Nicht untersucht.

2. Nähere Bestandtheile in Hauptgruppen.

Nicht genau untersucht. — Aschengehalt siehe bei 3).

3. Zusammensetzung der Asche des Maisstrohes*) (Hruschauer). Beide Maisstroharten sind aus Steyermark.

	I. im Schotterboden von Quarzgeschieben gewachsen:	II. im verwitterten Uebergangskalke gewachsen:	Mittel:
Kali	14,46	4,78	9,62
Natron	39,92	12,69	26,31
Magnesia	1,84	11,44	6,64
Kalk	5,35	11,56	8,45
Phosphorsäure	11,76	22,39	17,07
Schwefelsäure	0,59	0,81	0,70
Kieselsäure	18,89	35,05	26,97
Eisenoxyd	0,90	0,73	0,81
Chlornatrium	6,29	0,55	3,42
	100,00	100,00	100,00

*) Die Maisstrohasche enthält im Durchschnitt 8 Proc. Kohlensäure.

Das lufttrockene Stroh I. lieferte 6,5, das Stroh II. 2,3 Proc. Asche. Mittel 4,4 Proc. — Sprengel fand im lufttrocknen Maisstroh 3,98 Proc. Asche.

IV. Bemerkungen zu Mais.

1. Eine Hektare liefert:

	Mittel: (aus 8 Angab.)	höchstens: (Venezuela in Amerika) Codazzi.	mindestens: (Oesterreich und Mähren) Burger.
Ertrag an Körnern (Aussaat abgerechnet) in Hektolitern	53	129	21

2. Ein Hektoliter Maiskörner wiegt durchschnittlich 68 Kilogramme.

3. Demnach liefert dem Gewichte nach eine Hektare im Mittel:

Körner	3604
Stroh	5781
	9385

4. Eine mittlere Maisernte entzieht dem Boden (einer Hektare) Salze:

in den Körnern	37,48 Kilogramme.
im Stroh	254,36 »
	291,84

5. Eine mittlere Maisernte von einer Hektare liefert Kilogramme:

		in den Körnern	im Stroh	zusammen
Stickstoffhaltige Substanzen		385,99		
Stickstofffreie »	Faser . .	184,88	5526,64	9093,16
	Sonstiges .	2527,13		
Wasser		468,52		
Aschenbestandtheile		37,48	254,36	291,84
		3604,00	5781,00	9385,00

b. **Hirse** (Panicum).

§. 235.

I. Verhältniß des Strohes zu den Körnern.

100 Theile lufttrockene Hirsepflanzen liefern im Mittel:

Samen	32,8
Stroh	67,2
	100,0

II. Samen.

1. Sämmtliche Bestandtheile des Hirsesamens einzeln und in Gruppen.

Nicht untersucht.

Lufttrockene Rispenhirse enthält 77 Proc. Stärkemehl (Waltl), — liefert 3,88 Proc. Asche (Poleck).

2. Bestandtheile der Asche des Hirsesamens*) (Poleck):

Kali	9,61
Natron	1,31
Kalk	0,86
Magnesia	7,69
Eisenoxyd	0,63
Phosphorsäure	18,26
Schwefelsäure	0,35
Chlornatrium	1,44
Kieselsäure	59,85
	100,00

*) Die Asche enthält keine Kohlensäure.

III. Stroh der Hirse.

1. Sämmtliche Bestandtheile einzeln und in Hauptgruppen.

Nicht vollständig untersucht, liefert (lufttrocken) 4,8 Proc. Asche (Sprengel).

2. Bestandtheile der Asche*) (Sprengel).

Kali	12,83
Natron	1,34
Kalk	12,15
Magnesia	7,62
Thonerde	0,21
Kieselsäure	45,03
Eisenoxyd	0,51
Manganoxyduloxyd . . .	0,62
Chlornatrium	1,11
Schwefelsäure	15,96
Phosphorsäure	0,62
	100,00

*) Die Asche enthält keine Kohlensäure. (?)

IV. Bemerkungen zu Hirse.

1. Eine Hektare liefert:
   Ertrag an Körnern durchschnittlich 25 Hektoliter.
2. Ein Hektoliter wiegt durchschnittlich 78 Kilogramme.
3. Demnach liefert dem Gewichte nach eine Hektare im Mittel:

Körner	1950 Kilogramme
Stroh	4000 »
in Summa	5950

4. Eine mittlere Hirsenernte von einer Hektare entzieht dem Boden Salze:

im Samen	75,66 Kilogramme.
im Stroh	194,00 »
in Summa	269,66

Anhang zu den Halmfrüchten.

Buchweizen (Polygonum fagopyrum und tartaricum).

§. 236.

I. Verhältniß des Strohes zu den Körnern.

Angaben dürftig, durchschnittlich liefern etwa 100 Theile trockene Buchweizenpflanzen:

Körner	43
Stroh	57
	100

II. Körner des Buchweizens.

1. Sämmtliche Bestandtheile einzeln.

100 Theile Buchweizenkörner enthalten, an der Sonne getrocknet, nach Zenneck:

Kleber	10,473
Eiweiß	0,227
Stärkemehl	52,295
Gummi (?)	2,803
Extractivstoff (?)	2,537
Traubenzucker (noch eiweißhaltig)	3,069
Harz	0,363
Faser	26,943
Aschenbestandtheile	0,681
Wasser	0,609
	100,000.

Wassergehalt der lufttrockenen Körner des tartarischen Buchweizens nach Horsford 14,19. — Aschengehalt der lufttrockenen Körner nach Bichon 2,125, — des tartarischen Buchweizens nach Horsford 2,30. — Stärkegehalt des tartarischen nach Krocker (wasserfrei) 44 Proc.

2. Bestandtheile in Hauptgruppen.

100 Theile Buchweizenkörner enthalten im Mittel (Zenneck, Horsford):

		lufttrocken	wasserfrei
Stickstoffhaltige organische Substanzen		8,58	10,00
Stickstofffreie organ. Substanzen	Stärke ꝛc.	51,91	60,50
	Faser	23,12	26,94
Aschenbestandtheile		2,20	2,56
Wasser		14,19	—
		100,00	100,00.

3. Bestandtheile der Asche*) (Bichon, Buchweizen aus Holland).

Kali	8,76
Natron	20,13
Kalk	6,68
Magnesia	10,40
Eisenoxyd	1,05
Phosphorsäure	50,12
Schwefelsäure	2,17
Kieselsäure	0,69
	100,00.

*) Die Asche enthält keine Kohlensäure.

4. Verhältniß des Mehls zu der Kleie.

Notizen darüber fehlen.

5. Zusammensetzung des Buchweizenmehls (Horsford, Stärkegehalt nach Krocker).

	Luft-trocken.		Bei 100° getrocknet.								
				Organische Materien.							
				Elementarbestandtheile.					Nähere Bestandth.		
	Wasser.	Wasserfreie Substanz.	Asche.	Kohlenstoff.	Wasserstoff.	Sauerstoff.	Stickstoff.	Schwefel.	Stickstoffhaltige	Stickstofffreie Stärke.	Faser ꝛc.
Buchweizenmehl aus Wien	15,12	84,88	1,09	44,27	6,54	46,50	1,08	0,07	6,89	65,05	26,97

III. Stroh des Buchweizens.

1. Nähere Bestandtheile einzeln und in Hauptgruppen.

Nicht vollständig untersucht. 100 Theile lufttrockenes Buchweizenstroh liefern 3,203 Proc. Asche (Sprengel).

2. Bestandtheile der Asche (Sprengel).

Kali	10,36
Kalk	21,98
Magnesia . . .	40,34
Thonerde . . .	0,81
Kieselsäure . . .	4,37
Eisenoxyd . . .	0,47
Manganoxydoxyd	1,00
Chlornatrium . .	4,90
Schwefelsäure . .	6,77
Phosphorsäure . .	9,00
	100,00.

IV. Bemerkungen zu Buchweizen.

Der Buchweizen steht seiner Zusammensetzung nach den Getreidearten sehr nahe, und wurde denselben deshalb angehängt.

1. Der Ertrag des Buchweizens an Körnern ist außerordentlich wechselnd, er berechnet sich durchschnittlich auf etwa 25 Hektoliter von der Hektare.

2. Ein Hektoliter wiegt durchschnittlich 60 Kilogramme.

3. Demnach liefert dem Gewichte nach eine Hektare im Mittel:

Körner . . .	1500 Kilogr.
Stroh . . .	2000 »
	3500 Kilogr.

4. Eine mittlere Buchweizenernte von einer Hektare entzieht dem Boden Salze:

im Samen . . .	33 Kilogr.
im Stroh	64 »
Summa	97 Kilogr.

C. Hülsenfrüchte.

---

a. Erbse (Pisum).

§. 237.

I. Verhältniß des Strohes zu den Körnern.

100 Theile lufttrockene Erbsenpflanzen liefern im Mittel (Schwerz):

Samen	27
Stroh	73
	100.

II. Erbsensamen.

1. Sämmtliche Bestandtheile einzeln (im Mittel, Horsford, Krocker, Einhof, Braconnot, Boussingault).

100 Theile Erbsensamen enthalten:

	lufttrocken	wasserfrei
Legumin	23,4	27,24
Stärkemehl	37,0	43,07
Fettes Oel	2,0	2,33
Traubenzucker . . .	2,0	2,33
Faser	10,0	11,64
Pektinsäure	4,0	4,65
Gummi	5,0	5,82
Aschenbestandtheile . .	2,5	2,92
Wasser	14,1	—
	100,0	100,00.

Höchster Wassergehalt 19,5, — niedrigster 12,5. — Höchster Aschengehalt der wasserfreien Erbsen 3,18, — niedrigster 2,79.

2. Bestandtheile in Hauptgruppen.

		lufttrocken	wasserfrei
Stickstoffhaltige organische Substanzen		23,4	27,24
Stickstofffreie organische Substanzen	Stärke ꝛc.	50,0	58,20
	Faser	10,0	11,64
Aschenbestandtheile		2,5	2,92
Wasser		14,1	—
		100,0	100,0

3. Bestandtheile der Asche.

100 Theile Erbsensamen-Asche enthalten *):

	Erbsen aus Gießen. Will und Fresenius.	Erbsen aus Holland. Bichon.	Erbsen aus Kurhessen. Thon.	Erbsen aus dem Elsaß. Bousfingault.	Mittel.
Kali	39,51	34,98	35,85	36,31	36,67
Natron	3,98	12,92	10,51	1,88	7,32
Kalk	5,91	2,51	2,75	10,39	5,39
Magnesia	6,43	8,80	7,03	12,24	8,62
Eisenoxyd	1,05	0,98	1,97	—	1,00
Phosphorsäure	34,50	35,36	34,63	31,00	33,88
Schwefelsäure	4,91	3,64	4,36	4,84	4,43
Chlornatrium	—	0,56	2,60	1,80	2,17
Kieselsäure	—	0,25	0,30	1,54	0,52
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

*) Die Asche der Erbsen ist frei von Kohlensäure.

III. Erbsenstroh.

1. Nähere Bestandtheile einzeln.

Noch nicht untersucht.

2. Nähere Bestandtheile in Hauptgruppen (Bousfingault, Salze nach Bousfingault, Hertwig, Sprengel).

100 Theile Erbsenstroh enthalten:

		lufttrocken	wasserfrei
Stickstoffhaltige organische Substanzen		12,55	14,26
Stickstofffreie org. Substanzen	in Kalilauge lösliche	21,93	24,92
	in Kalilauge unlösliche	47,52	54,00
Aschenbestandtheile		6,00	6,82
Wasser		12,00	—
		100,00	100,00

3. Zusammensetzung der Erbsenstroh-Asche*) (Hertwig).

	Erbsenstroh aus Duderstadt.	Erbsenstroh aus Thüringen.
Kali	11,78	12,38
Natron	6,55	
Kalk	40,34	37,57
Magnesia	8,30	6,53
Schwefelsäure	6,76	7,23
Phosphorsäure	8,26	9,00
Kieselsäure	10,66	20,40
Chlornatrium	6,32	4,88
Eisenoxyd	0,52	2,01
Thonerde	0,51	
	100,00	100,00

*) Die Asche des Erbsenstrohes enthält durchschnittlich 20 Proc. Kohlensäure.

IV. Bemerkungen zu Erbsen.

1. Eine Hektare liefert Ertrag an Körnern im Mittel (Schwerz) 14 Hektoliter.
2. Ein Hektoliter Erbsen wiegt 79 Kilogramme.
3. Demnach liefert dem Gewichte nach eine Hektare im Mittel:

Körner	1106 Kilogramme
Stroh	3000 »
Summa	4106 Kilogramme.

4. Eine mittlere Erbsenernte entzieht dem Boden (einer Hektare) Salze:

in den Körnern	27,65 Kilogramme
im Stroh . . .	180,00 »
	207,65 Kilogramme.

5. Eine mittlere Erbsenernte von einer Hektare liefert Kilogramme:

	in den Samen	im Stroh	zusammen
Stickstoffhaltige Substanzen	258,80	376,50	635,30
Stickstofffreie Substanzen: Stärke ꝛc.	553,00	2083,50	2747,10
Stickstofffreie Substanzen: Faser	110,60		
Aschenbestandtheile	27,65	180,00	207,65
Wasser	155,95	360,00	515,95
	1106,00	3000,00	4106,00

b. Linse (Ervum lens).

§. 238.

I. Verhältniß des Strohes zu den Körnern.

Etwa wie bei Erbsen.

II. Linsensamen.

1. Sämmtliche Bestandtheile einzeln (im Mittel, Horsford, Krocker, Einhof, Bousſingault).

	lufttrocken	wasserfrei
Legumin	25,00	29,07
Stärkemehl	35,76	41,58
Fettes Oel	2,50	2,91
Traubenzucker	1,50	1,74
Faser mit Pektinsäure . .	12,00	13,96
Gummi	7,00	8,14
Aschenbestandtheile . . .	2,24	2,60
Wasser	14,00	—
	100,00	100,00

2. Bestandtheile in Hauptgruppen.

		lufttrocken	wasserfrei
Stickstoffhaltige organische Substanzen		25,00	29,06
Stickstofffreie organische Substanzen	Stärke ꝛc. .	46,76	54,37
	Faser . . .	12,00	13,94
Aschenbestandtheile		2,24	2,63
Wasser		14,00	—
		100,00	100,00

3. Bestandtheile der Linsensamen-Asche *) (Levi).

Kali	34,63
Natron	9,53
Kalk	6,31
Magnesia	2,46
Eisenoxyd	2,00
Phosphorsäure	36,16
Chlornatrium	7,58
Kieselsäure	1,33
	100,00

*) Die Linsensamen-Asche enthält keine Kohlensäure.

III. Linsenstroh.

1. Nähere Bestandtheile einzeln und in Hauptgruppen.

Noch nicht genau untersucht. 100 Theile lufttrockenes Stroh liefern 3,90 Asche (Sprengel).

2. Zusammensetzung der Linsenstroh-Asche*) (Sprengel).

Kali	10,77
Kalk	52,33
Magnesia	3,05
Kieselsäure	17,59
Eisenoxyd	0,87
Phosphorsäure	12,31
Schwefelsäure	0,97
Chlornatrium	2,11
	100,00

*) Die Linsenstroh-Asche enthält Kohlensäure. Die Quantität derselben mag nach Analogie des Erbsenstrohes etwa 20 Proc. betragen. Eine directe Bestimmung liegt nicht vor.

IV. Bemerkungen zu Linsen.

1. Eine Hektare liefert Ertrag an Samen im Mittel (Schwerz) 16 Hektoliter.
2. Ein Hektoliter Linsen wiegt 85 Kilogramme.
3. Demnach liefert dem Gewichte nach eine Hektare im Mittel:

Körner	1360 Kilogramme
Stroh	3677 »
Summa	5037 Kilogramme.

4. Eine mittlere Linsenernte entzieht dem Boden (einer Hektare) Aschenbestandtheile:

in den Körnern	30,46 Kilogramme
im Stroh	143,40 »
Summa	173,86 Kilogramme.

c. **Schminkbohne** (Phaseolus vulgaris).

§. 239.

I. Verhältniß des Strohes zu den Bohnen.

Genaue Angaben fehlen.

II. Bohnen.

1. Sämmtliche Bestandtheile einzeln (im Mittel, Horsford, Krocker, Einhof, Bouffingault).

	lufttrocken	wasserfrei
Legumin	25,00	29,08
Stärkemehl	38,00	44,19
Fettes Oel	3,00	3,48
Traubenzucker	0,30	0,35
Faser mit Pektinsäure	12,00	13,95
Gummi	4,00	4,65
Aschenbestandtheile	3,70	4,30
Wasser	14,00	—
	100,00	100,00

2. Sämmtliche Bestandtheile in Hauptgruppen.

		lufttrocken	wasserfrei
Stickstoffhaltige Substanzen		25,00	29,07
Stickstofffreie Substanzen	Stärke ꝛc.	45,30	52,68
	Faser	12,00	13,95
Aschenbestandtheile		3,70	4,30
Wasser		14,00	—
		100,00	100,00

3. Bestandtheile der Schminkbohnen-Asche*).

	Aus Worms. Levi.	Aus Kurhessen. Thon.	Elsaß. Boussingault.	Mittel.
Kali	38,89	22,09	51,00	37,33
Natron	11,28	21,44	—	10,91
Kalk	5,90	5,47	6,03	5,80
Magnesia	9,03	7,48	11,97	9,49
Schwefelsäure	2,47	2,32	1,35	2,05
Phosphorsäure	31,34	35,95	28,40	31,90
Kieselsäure	0,44	1,51	1,04	0,99
Chlornatrium	0,54	3,39	0,21 **)	1,38
Eisenoxyd	0,11	0,35	—	0,15
	100,00	100,00	100,00	100,00

*) Die Asche der Schminkbohnen enthält keine Kohlensäure oder nur wenig. Boussingault fand 3,3 Proc.

**) Chlorkalium.

III. Stroh der Schminkbohnen.

Noch in keiner Beziehung untersucht.

IV. Bemerkungen zu Schminkbohnen.

1. Eine Hektare liefert nach Schwerz 24,3 Hektoliter Bohnen, gleich 1580 Kilogramme.

d. **Feldbohne** (Vicia faba).

§. 240.

I. Verhältniß der Samen zum Stroh.

100 Theile lufttrockene Pflanzen liefern im Mittel:

Samen	43,3
Stroh	56,7
	100,0

II. Samen der Feldbohnen.

1. Sämmtliche Bestandtheile einzeln, im Mittel (Horsford, Krocker, Braconnot).

	lufttrocken	wasserfrei
Legumin	23,30	27,34
Stärkemehl	36,00	42,25
Fettes Oel	2,00	2,35
Traubenzucker	2,00	2,35
Faser	10,00	11,73
Pektinsäure	4,00	4,69
Gummi	4,50	5,28
Aschenbestandtheile	3,40	4,01
Wasser	14,80	—
	100,00	100,00

2. Bestandtheile in Hauptgruppen.

		lufttrocken	wasserfrei
Stickstoffhaltige Bestandtheile		23,30	27,35
Stickstofffreie Bestandtheile	Stärke ꝛc.	48,50	56,92
	Faser	10,00	11,73
Aschenbestandtheile		3,40	4,00
Wasser		14,80	—
		100,00	100,00

3. Asche der Feldbohnensamen *).

	Holland. Bichon.	Elsaß. Bouſſingault.	Gießen. Büchner.	Mittel.
Kali	20,84	46,28	33,88	33,67
Natron	17,80	—	13,20	10,33
Kalk	7,26	5,33	4,89	5,83
Magnesia	8,87	8,99	6,35	8,07
Eisenoxyd	1,03	—	0,68	0,57
Phosphorsäure	37,97	35,74	40,51	38,07
Schwefelsäure	1,34	1,66	—	1,00
Kieselsäure	2,46	0,51	0,49	1,15
Chlornatrium	2,43	1,49 (KCl)	—	1,31
	100,00	100,00	100,00	100,00

*) Die Asche enthält keine Kohlensäure oder nur wenig. Bouſſingault fand 1,0 Proc.

III. Stroh der Feldbohnen.

1. Genauere Untersuchungen.

Fehlen. 100 Theile lufttrockenes Stroh liefern 3,121 Asche (Sprengel).

2. Bestandtheile der Asche.

	Hertwig *).	Sprengel.
Kali	15,30	53,06
Natron	13,28	—
Kalk	36,34	20,00
Magnesia	7,12	6,70
Phosphorsäure	12,08	7,24
Schwefelsäure	2,11	1,09
Kieselsäure	11,30	7,05
Chlornatrium	0,40	4,16
Thonerde	—	0,32
Eisenoxyd	2,07	0,22
Manganoxyduloxyd	—	0,16
	100,00	100,00

*) Die Asche enthielt 28 Proc. Kohlensäure.

IV. Bemerkungen zu Feldbohnen.

1. Eine Hektare liefert Ertrag an Samen (nach Schwerz) 24,1 Hektoliter.
2. Ein Hektoliter Samen wiegt 88 Kilogramme.
3. Demnach liefert eine Hektare dem Gewichte nach:

Samen	2121 Kilogramme
Stroh	2766 »
Summa	4887 Kilogramme.

4. Eine mittlere Feldbohnenernte entzieht dem Boden (einer Hektare) an Aschenbestandtheilen:

in den Körnern	72,11 Kilogramme
im Stroh	86,30 »
Summa	158,41 Kilogramme.

e. **Wicke** (Vicia) *).

§. 241.

I. Verhältniß der Samen zum Stroh.

100 Theile lufttrockene Wickenpflanzen liefern im Mittel (Schwerz):

Samen	30
Stroh	70
	100

*) Ueber die Vegetation der Futterwicke, die elementare Zusammensetzung ihrer Theile in verschiedenen Entwicklungsperioden ꝛc. vergl. J. Schleiden und E. Schmid in Poggend. Ann. LXXI. p. 138—144.

II. Samen der Wicken.

1. Organische Bestandtheile, ähnlich denen der anderen Leguminosen, brauchbare Analysen fehlen. — 100 Theile lufttrockene Samen liefern 2,4 Asche (Levi).

2. Bestandtheile der Asche*) (Levi).

Kali	30,37
Natron	9,81
Kalk	4,76
Magnesia	8,45
Eisenoxyd	0,75
Phosphorsäure	37,82
Schwefelsäure	4,07
Kieselsäure	2,00
Chlornatrium	1,97
	100,00

*) Die Asche der Wickensamen ist kohlensäurefrei.

III. Stroh der Wicken.

1. Genauere Analysen fehlen. 100 Theile des lufttrockenen Strohes liefern 5,101 Thle. Asche (Sprengel). — Frische Wickenpflanzen enthalten etwa 81 Proc. Wasser, lufttrockene 10—12 (Sprengel u. Schmid).

2. Bestandtheile der Asche des Wickenstrohes*) (Sprengel).

Kali	35,48
Kalk	38,33
Magnesia	6,35
Kieselsäure	8,66
Chlornatrium	2,67
Thonerde	0,29
Eisenoxyd	0,18
Manganoxyduloxyd	0,16
Phosphorsäure	5,49
Schwefelsäure	2,39
	100,00

*) Die Asche des Wickenstrohes enthält Kohlensäure. Die Menge derselben giebt Sprengel nicht an.

IV. Bemerkungen zu Wicken.

1. Eine Hektare liefert Ertrag an Samen (nach Schwerz) 15 Hektoliter.
2. Ein Hektoliter Wickensamen wiegt 85 Kilogramme.
3. Eine Hektare liefert demnach im Mittel:

Samen	1275 Kilogramme
Stroh	3000 »
Summa	4275 Kilogramme.

4. Eine mittlere Wickenernte entzieht dem Boden (einer Hektare) Aschenbestandtheile:

im Samen . . .	30,6	Kilogramme
im Stroh . . .	153,1	»
Summa	183,7	Kilogramme.

D. Hackfrüchte.

a. Kohlarten.

(Brassica oleracea acephala, crispa, viridis, bullata, capitata, caulorapa, botrytis etc.)

Brauchbare Analysen nicht vorhanden. 100 Thle. frisches Weißkraut (Br. ol. capitata) enthalten etwa 90 Proc. Wasser.

b. Wurzelgewächse.

aa. Rübenartige (Rüben).

§. 242.

1. Bestandtheile der frischen Rüben, nach Hermbstädt, mit Einschaltung der seither in den Rüben aufgefundenen Stoffe.

	Runkelrübe (Beta cicla altissima).	Weiße Rübe (Brassica rapa).	Kohlrübe (Brassica napobrassica).	Möhre (Daucus carota).
Rohrzucker	4,50	—	—	—
Traubenzucker, Aepfelsäure, Farbstoff	3,50	8,0	9,0	6,30
Mannaähnlicher Stoff (Mannit?)	—	—	—	1,50
Gummi, Pektin	1,25	2,5	3,5	1,75
Aetherisches Oel	Spur.	Spur.	Spur.	0,35
Eiweiß	1,25	2,5	2,5	1,10
Faser, pektinige und Ueberpektinsäure, Stärkemehl	6,25	7,2	6,0	9,00
Aschenbestandtheile	0,50	1,5	0,5	80,00
Wasser und Verlust (fettes Oel) .	82,75	78,3	78,5	
	100,00	100,0	100,0	100,00

2. Aus neuester Zeit haben wir über die stickstoffhaltigen Bestandtheile, den Aschen- und Wassergehalt der Rüben von Horsford folgende genaue Angaben:

	Runkelrüben aus Gießen. (Beta cicla.)	Rothe Rüben aus Gießen. (Beta vulgar.)	Möhren aus Gießen. (Daucus carota.)	Kohlrüben aus Gießen. (Brassica napo-brassica.)	Weiße Rüben aus Gießen. (Brassica rapa.)
Stickstoffhaltige Bestandtheile	2,04	2,83	1,48	1,54	1,54
Stickstofffreie organische Substanzen	14,82	14,38	11,61	14,50	9,84
Aschenbestandtheile	0,89	1,18	0,81	0,68	0,84
Wasser	82,25	81,61	86,10	83,28	87,78
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Zuckergehalt (Krocker) . .	12,26	10,34			

Berechnet auf wasserfreie Substanz geben diese Zahlen folgende Werthe:

	Runkelrüben	Rothe Rüben	Möhren	Kohlrüben	Weiße Rüben
Stickstoffhaltige Bestandtheile	11,56	15,50	10,66	9,25	12,64
Stickstofffreie organische Substanzen	83,42	78,07	83,57	86,74	80,34
Aschenbestandtheile	5,02	6,43	5,77	4,01	7,02
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Zuckergehalt	69,26	56,22			

3. Analysen der Aschen der Rüben und Rübenblätter.

	Runkelrüben von Bechelbronn *) (Boussingault)	Runkelrüben (Sprengel): der Runkelrüben **)	Runkelrüben (Sprengel): der Runkelrübenblätter ***)	der Weißrübenblätter †) (Maumr)	Weiße Rüben von England ††) (Way): gewöhnliche Ernte	Weiße Rüben von England ††) (Way): wechselnde Ernte	Weiße Rüben von England ††) (Way): permanente Ernte	Weiße Rüben (Stoppelrüben) von Bechelbronn (Boussingault).
Kali	49,69	24,71	36,27	37,11	40,88	46,41	47,38	42,19
Natron	1,91	48,04	16,90	2,64	3,39	—	—	2,13
Kalk	8,91	4,67	15,00	32,07	14,86	12,48	14,31	13,64
Magnesia . . .	5,60	2,34	5,44	9,35	4,15	6,19	4,59	5,38
Thonerde	3,18	0,33	0,84	—	—	—	—	1,50
Eisenoxyd . . .		1,00	0,32	—	?	?	?	
Manganoxydul-oxyd		0,83	0,39	—	—	—	—	—
Phosphorsäure .	7,65	2,84	4,47	1,99	16,28	13,04	15,30	7,63
Schwefelsäure .	2,04	2,00	6,32	5,03	9,29	11,38	13,18	13,64
Kieselsäure . . .	10,19	1,84	2,75	7,72	4,92	3,98	3,20	8,01
Chlornatrium .	10,83	10,40	11,30	4,09	6,23	6,52 (KCl)	2,04	5,88
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Aschenmenge der Substanzen im frischen Zustande		0,5986	1,5439	0,939	0,318			

Die Runkelrübenblätter enthalten etwa 92 Proc., die Blätter der weißen Rübe und der Kohlrübe etwa 90 Proc. Wasser.

*) Kohlensäureprocente in der Asche 16,1.
**) Kohlensäuregehalt nicht angegeben.
***) Die Asche enthielt 19 Proc. Kohlensäure.
†) Die Asche enthielt im Mittel 9 Proc. Kohlensäure.
††) Die weißen Rüben waren in eisernen Gefäßen verbrannt worden.

Bemerkungen zu den Rüben.

1. Eine Hektare liefert im Mittel in Kilogrammen etwa:

	Rüben.	Blätter.
Runkelrüben	30000	7500
Weiße Rüben (Brachrüben) . .	36000	6000?
» » (Stoppelrüben) .	12000	2000?
Möhren	34000	12000

2. Eine mittlere Ernte entzieht somit dem Boden Aschenbestandtheile in Kilogrammen:

	in den Rüben:	im Kraut:	zusammen:
Runkelrüben	267	116	383
Weiße Rüben (Brachrüben) . .	303	57	360
Weiße Rüben (Stoppelrüben) .	101	19	120
Möhren	275	?	?

3. Eine mittlere Ernte von einer Hektare liefert in Kilogrammen

	Runkelrüben		Brachrüben		Stoppelrüben		Möhren	
	in Rüben	im Kraut	in Rüben	im Kraut	in Rüben	im Kraut	in Rüben	im Kraut
Stickstoffhaltige Subst. .	612	484	555	543	185	181	503	?
Stickstofffreie organ. Subst.	4446		3540		1180		3947	?
Aschenbestandtheile . . .	267	116	303	57	101	19	275	?
Wasser	24675	6900	31602	5400	10534	1800	29275	?
	30000	7500	36000	6000	12000	2000	34000	

bb. Knollentragende.

1. Kartoffel (Solanum tuberosum).

§. 243.

I. Bestandtheile der Kartoffelknollen (Mittel aus vielen Analysen).

1. Sämmtliche Bestandtheile einzeln:

	wasserhaltig	wasserfrei	Rothe Kartoffeln: ungekeimte	gekeimte	Keime
			im wasserhaltigen Zustande		
Eiweiß	2,43	8 41	1,4	1,3	0,4
Stärkemehl	15,00	51,89	15,0	15,2	0,4
Gummi u. organ. Säuren	3,30	11,42	4,1	3,7	3,3
Fettes Oel und Harz .	0,10	0,35	—	—	—
Faser	7,00	24,22	7,0	6,8	2,8
Asparagin	0,10	0,35	—	—	—
Aschenbestandtheile . .	0,97	3,36	75,0	73,0	93,1
Wasser	71,10	—			
	100,00	100,00	102,5	100,0	100,0

Höchster Eiweißgehalt 2,5, — niedrigster 0,7 (wahrscheinlich falsch). — Höchster Stärkegehalt 23, — niedrigster 10 Proc. — Höchster Wassergehalt 81, — niedrigster 68. — Ueber die Veränderungen der Kartoffeln beim Gefrieren und Kochen später.

2. Sämmtliche Bestandtheile in Hauptgruppen.

Ueber den Gehalt an stickstoffhaltigen Substanzen, Salzen und Wasser hat Horsford, über den an Stärkemehl Krocker in der neuesten Zeit folgende Angaben geliefert.

	Weiße Kartoffeln aus Gießen		Blaue Kartoffeln aus Gießen		Kartoffeln aus Gießen	
	frisch	trocken	frisch	trocken	frisch	trocken
Stickstoffhaltige Substanzen .	2,49	9,94	2,37	7,63	?	
Stickstofffreie organische Substanzen { Stärke*) . . .	18,00	71,86	23,00	74,05	16,2	69,83
Stickstofffreie organische Substanzen { Sonstiges . . .	3,66	14,61	4,65	14,97	?	
Aschenbestandtheile	0,90	3,59	1,04	3,35	?	
Wasser	74,95	—	68,94	—	76,80	
	100,00	100,00	100,00	100,00		

*) und Substanzen, die beim Kochen mit verdünnter Schwefelsäure in Zucker übergehen.

3. Asche der Kartoffeln *).

	Kartoffeln aus England. Way.			Kartoffeln aus Bechelbronn. Bouffingault.
	gut gedüngt	permanente Ernte	wechselnde Ernte	
Kali	46,97	56,03	56,79	56,50
Natron	—	—	0,95	Spuren
Kalk	3,32	5,46	3,06	2,09
Magnesia	13,57	10,46	7,79	6,29
Eisenoxyd	?	?	?	0,58
Chlornatrium	2,46	4,12	2,21	—
Chlorkalium	8,15	—	—	6,59
Schwefelsäure	6,43	5,60	2,69	8,27
Phosphorsäure	11,95	15,99	18,40	13,16
Kieselsäure	7,15	2,34	8,11	6,52
	100 00	100,00	100,00	100,00
Aschenprocente	0,76	1,27	1,08	

*) Kohlensäuregehalt im Mittel 10,7 Proc.

Vogel jun. erhielt (Kartoffeln aus Bayern):

a) unauflösliche Salze.

Phosphorsaure Salze, hauptsächlich phosphorsaurer Kalk mit etwas Magnesia, Eisenoxyd und Thonerde	9,00
Kohlensaure Salze, hauptsächlich Kalk mit etwas Magnesia .	8,50

b) auflösliche Salze.

Schwefelsaures Kali	15,09
Phosphorsaures »	12,38
Kohlensaures »	21,01
Kohlensaures Natron	34,02
	100,00

II. Kartoffelkraut.

1. Organische Bestandtheile einzeln.

Nicht untersucht.

2. Organische Bestandtheile in Hauptgruppen (Bousſingault).

	grün	lufttrocken	wasserfrei
Stickstoffhaltige Bestandtheile . . .	2,51	12,55	14,26
Stickstofffreie » . . .	11,96	59,85	67,94
Aschenbestandtheile	3,13	15,60	17,80
Wasser	82,40	12,00	—
	100,00	100,00	100,00

3. Zusammensetzung der Kartoffelkraut-Asche.

Mollerat fand in 100 Theilen Kartoffelblätter:

	Asche	Potasche darin	Potaschenprocente in der Asche
Zunächst vor der Blüthe . . .	1,151	0,636	54,38
Sogleich nach der Blüthe . . .	0,933	0,570	61,09
1 Monat später	0,644	0,201	31,05
2 Monate später	0,919	0,269	29,26

Hertwig fand in 100 Theilen Kartoffelkraut-Asche *):

6,97 lösliche Bestandth.	Kohlensaures Kali		
	» Natron	4,69	
	Schwefelsaures Kali		
	Chlornatrium	2,28	
93,03 unlösliche Bestandth.	Kohlensaurer Kalk	48,68	
	Bittererde	3,76	
	Phosphorsaurer Kalk	5,73	
	Phosphorsaure Magnesia		
	Phosphorsaures Eisenoxyd .	1,30	
	Phosphorsaure Thonerde . .	2,75	
	Kieselsäure	29,81	
		100,00	

*) Der Gehalt der Asche an Kohlensäure beträgt etwa 23 Proc.

III. Bemerkungen.

1. Eine Hektare liefert Kartoffeln (Aussaat abgerechnet) in Hektolitern:

Mittel	höchstens (Paris)	mindestens
270	340	140

2. Ein Hektoliter wiegt durchschnittlich 80 Kilogramme.

3. Eine Hektare liefert demnach in Kilogrammen im Mittel:

Kartoffeln	21600	
Kraut	3600 frisch	= 740 lufttrocken
zusammen	25200	

4. Eine mittlere Kartoffelernte entzieht dem Boden (einer Hektare) Aschenbestandtheile:

in den Knollen	209,52
im Kraut	112,68
zusammen	322,20.

5. Eine mittlere Kartoffelernte von einer Hektare liefert in Kilogrammen:

		in den Knollen	im Kraut	zusammen
Stickstoffhaltige Bestandtheile		524,88	90,36	615,24
Stickstofffreie organ. Subst.	Stärke ꝛc. .	3996,00	430,56	5938,56
	Faser . .	1512,00		
Aschenbestandtheile		209,52	112,68	322,20
Wasser		15357,60	2966,40	18324,00
		21600,00	3600,00	25200,00

2. Topinambur (Helianthus tuberosus).

§. 244.

I. Bestandtheile der Topinamburknollen.

1. Sämmtliche Bestandtheile einzeln (Braconnot).

Traubenzucker	14,800
Inulin	3,000
Gummi	1,220
Eiweiß	0,990
Fettes Oel	0,090
Citronensaures Kali	1,070
Phosphorsaurer Kalk	0,140
Phosphorsaures Kali	0,060
Schwefelsaures Kali	0,120
Citronensaurer Kalk	0,080
Chlorkalium	0,080
Aepfelsaures Kali	0,030
Weinsaurer Kalk	0,015
Faser	1,220
Kieselsäure	0,025
Wasser	77,050
	100,00

2. Sämmtliche Bestandtheile in Hauptgruppen (Bouſſingault).

	frisch	trocken
Stickstoffhaltige Substanzen	2,38	10,00
Stickstofffreie organische Substanzen	19,99	84,00
Aschenbestandtheile	1,43	6,00
Wasser	76,20	—
	100,00	100,00

3. Bestandtheile der Asche*) (Bouſſingault).

Schwefelsäure	2,70
Phosphorsäure	13,27
Chlorkalium	3,21
Magnesia	2,21
Kalk	2,82
Kali	53,43
Kieselsäure	15,97
Eisenoxyd und Thonerde	6,39
	100,00

*) Die Asche enthielt 11 Proc. Kohlensäure.

II. Stengel der Topinambur.

Bestandtheile in Hauptgruppen, nach Bousſingault.

100 Theile enthalten:

	lufttrocken	wasserfrei
Stickstoffhaltige organische Substanzen	2,18	2,5
Stickstofffreie » »	82,48	94,7
Aschenbestandtheile	2,44	2,8
Wasser	12,90	—
	100,00	100,0

E. Handels- und Gewerbspflanzen.

---

a. Oelgewächse.

1. Raps (Brassica Napus), — 2. Rübsen (Brassica campestris), — 3. Weiße Rübe (Brassica rapa), — 4. Kohlrübe (Brassica napobrassica).

§. 245.

I. Verhältniß des Samens zu dem Stroh und den Schoten.

100 Theile der lufttrockenen Pflanzen liefern etwa:

	Samen	Stroh	Schoten
Raps Rübsen	 31	55	14

II. Bestandtheile der Samen.

1. Sämmtliche Bestandtheile einzeln.

Nicht untersucht.

2. Oelgehalt in Procenten.

	Oel	Kuchen	
Raps (Br. Napus) . . .	38,6	62,0	Hohenheimer Institut.
» » . . .	33,0	—	Dombasle.
Winter-Rübsen (Br. camp.)	32,4	65,4	Hohenheimer Institut.
Sommer-Rübsen » » .	32,0	65,9	dito.
Weiße Rübe (Br. rapa) . .	16,0	—	dito.
Kohlrübe (Br. napobrassica)	33,0	—	dito.

3. Bestandtheile der Asche des Rapssamens.

	Müller	Rammelsberg *)	Erdmann
Kali	21,34	25,63	22,70
Natron	5,26	—	—
Kalk	14,63	13,20	14,65
Magnesia	11,96	11,65	12,03
Eisenoxyd	2,84	0,63	0,94
Phosphorsäure	41,68	46,99	48,88
Chlorkalium	—	0,23	—
Kieselsäure	1,52	1,13	—
Schwefelsäure	0,77	0,54	0,80
	100,00	100,00	100,00
Aschenmenge in 100 Theilen		4,54	4,03

*) Die Asche enthielt 2,2 Proc. Kohlensäure.

III. Rapsstroh.

Organische Bestandtheile nicht genau untersucht. — 100 Theile lufttrockenes Stroh liefern 5,21 Asche (Rammelsberg), — 3,873 (Sprengel).

	Rapsstroh.	
	Sprengel	Rammelsberg *)
Kali	22,80	10,32
Natron	6,93	3,88
Kalk	20,92	25,45
Magnesia	3,12	3,25
Eisenoxyd	2,32	
Kieselsäure	2,07	1,07
Phosphorsäure	9,86	6,04
Schwefelsäure	13,35	9,65
Chlornatrium	18,63	40,34
	100,00	100,00

*) Die Asche enthielt 16,31 Proc. Kohlensäure.

IV. Bemerkungen zu Raps und Rübsen.

1. Eine Hektare liefert im Mittel (Hohenheimer Institut) in Hektolitern:

	Samen
Winter-Rapssamen	28
Sommer-Rapssamen	19
Winter-Rübsen	22

2. Ein Hektoliter wiegt Kilogramme:

Winter-Rapssamen	70,0
Rübsen	68,3

3. Demnach beträgt dem Gewichte nach eine Ernte von 1 Hektare etwa:

	Samen	Stroh u. Schoten	zusammen
Winter-Raps	1960,0	4370,8	6330,8
Winter-Rübsen	1502,6	3350,8	4853,4

4. Die Ernte von einer Hektare entzieht dem Boden Aschenbestandtheile, etwa:

	in den Samen	in Stroh u. Schoten	zusammen
Winter-Raps	82,3	227,3	309,6

5. Mohn (Papaver somniferum).

§. 246.

1. Nähere organische Bestandtheile.

Nicht untersucht.

2. Gehalt der Samen an Oel (nach Versuchen in Hohenheim) in Proc.

	weißer Mohn	blauer Mohn
Kalt gepreßtes Oel	22,0	19,0
Warm » »	16,6	16,4
Gesammtmenge	38,6	35,4
Oelkuchen	59,6	63,0

3. Asche der Samen und Stengel.

Nicht untersucht.

6. Schwarzer Senf (Sinapis nigra) und 7. Weißer Senf (Sin. alba).

§. 247.

1. Nähere organische Bestandtheile.

Nicht untersucht.

2. Gehalt der Samen an Oel (nach Versuchen in Hohenheim).

	schwarzer Senf	weißer Senf
Oel	23,3	22,2
Kuchen	75,8	77,0
	99,1	99,2

3. Bestandtheile der Asche des Senfsamens (James)*).

	weißer Senf	schwarzer Senf
Kali	10,02	12,66
Natron	9,48	4,09
Kalk	21,28	17,34
Magnesia	11,25	14,38
Eisenoxyd	1,46	1,12
Phosphorsäure	37,41	37,39
Schwefelsäure	5,41	7,17
Chlornatrium	0,33	2,27
Kieselsäure	3,36	2,78
	100,00	100,00
Aschenprocente	4,15	4,31

*) Die Asche ist kohlensäurefrei.

8. Leindotter (Myagrum sativum), — 9. Sonnenblumen (Helianthus annuus), — 10. Madia (Madia sativa), 11. Hanf (Cannabis sativa), — 12. Lein (Linum usitatissimum).

1. Gehalt der Samen an Oel in Procenten.

(Nach Versuchen in Hohenheim.)

	Oel			Kuchen
	kalt	warm	zusammen	
Leindotter			30,5	67,2
Sonnenblumen	11,1	24,1	35,2	64,0
Madia			30,0	60,0
Hanf			22,5	74,2
Lein			27,0	72,0

2. Bestandtheile der Asche der Samen*) von

	Madia (Souchay)	Hanf (Leuchtweiß)	Lein (Leuchtweiß)
Kali	9,53	21,67	25,85
Natron	11,24	0,66	0,71
Kalk	7,74	26,63	25,27
Magnesia	15,42	1,00	0,22
Eisenoxyd	1,08	0,77	3,67
Phosphorsäure	54,99	34,72	40,11
Schwefelsaurer Kalk	—	0,18	1,70
Chlornatrium	—	0,09	1,55
Kieselsäure	—	14,04	0,92
	100,00	99,76	100,00
Aschenprocente		5,60	4,63

*) Die Asche derselben ist kohlensäurefrei.

b. Gespinnstpflanzen.

1. Hanf. 2. Lein (Flachs).

§. 248.

1. Organische Bestandtheile der Stengel nicht untersucht

2. 100 Theile lufttrockener Substanz liefern Asche:

Hanfblätter	22,00 Proc.	Flachs, ganze Pflanze . .	5,00 Proc.
Hanfstengel	4,54 »		
Gehechelter Hanf . . .	1,40 »		

3. Aschenbestandtheile.

	Hanf, ganze Pflanze.			
	von Engl. (Kane)	Hanf von England*) (Way)		
		gewöhnl. Ernte	wechselnde Ernte	permanente Ernte
Kali	8,09	19,34	11,07	11,35
Natron	1,07	1,38	0,21	0,09
Kalk	62,40	47,95	57,73	62,70
Magnesia	7,24	10,80	7,70	3,45
Phosphorsäure	4,78	7,69	8,41	7,04
Schwefelsäure	1,63	2,56	1,07	1,58
Kieselsäure	10,01	7,86	12,88	13,17
Chlorkalium	4,78	—	—	—
Chlornatrium	—	2,42	0,93	0,62
	100,00	100,00	100,00	100,00

*) Gehalt an Kohlensäure im Mittel 23 Procent.

	Flachs, ganze Pflanze*).				
	(Kane)				im Mittel
	von England	von Trinidad			
Kali	0,81	23,88	10,66	13,21	12,14
Natron	13,94	1,04	2,27	4,79	5,51
Kalk	17,51	9,19	13,20	8,73	12,16
Magnesia	11,06	3,67	9,88	4,41	7,25
Phosphorsäure . .	15,39	3,77	7,99	8,16	8,83
Schwefelsäure . . .	3,76	6,68	10,95	4,56	6,49
Kieselsäure	30,33	46,06	42,90	45,50	41,20
Chlorkalium . . .	7,20	5,71	2,15	10,64	6,42
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

*) Die Asche enthält Kohlensäure. Wie viel?

Bemerkungen zu Flachs und Hanf.

1. Eine Hektare lieferte in Kilogrammen:

	lufttrockene Stengel	Samen
Hanf (Emmendingen)	1111	690
Flachs (Hohenheim)	4988	106

2. Dem Boden (einer Hektare) werden entzogen Salze in Kilogrammen etwa:

	in den Stengeln ꝛc.	in den Samen	zusammen
durch eine Hanfernte	66,6	38,6	105,2
durch eine Flachsernte . . .	249,4	4,9	254,3

c. Technische Pflanzen.

1. Tabak (Nicotinna).

§. 249.

I. Bestandtheile der Tabaksblätter (Posselt sen. und Reimann).

Nicotin	0,07
Extractivstoff	2,87
Gummi	1,74
Grünes Harz	0,27
Eiweiß	0,26
Kleber	1,05
Aepfelsäure	0,51
Aepfelsaures Ammon	0,12

Schwefelsaures Kali	0,05
Chlorkalium	0,06
Salpetersaures u. äpfelsaures Kali .	0,21
Phosphorsaurer Kalk	0,17
Aepfelsaurer Kalk	0,72
Kieselsäure	0,09
Holzfaser	4,97
Wasser	86,84
Verlust und Nicotianin	6,89
	100,00

II. Gehalt der lufttrockenen Tabaksblätter und Stengel an Aschenbestandtheilen, in Procenten (Fresenius und Will).

Tabake aus Ungarn.

I. Blätter	Stengel	VI. Blätter und Stengel
18,9	22,9	21,08
II.		VII.
22,2	24,3	23,28
III.		VIII. (Mehl von Blättern)
24,5	21,5	23,28
IV.		IX. (Mehl von Stengeln)
19,8	22,5	22,83
V.		X. (Mehl von Blättern)
23,0	19,8	27,36
24,2	22,2 im Mittel	

III. Bestandtheile der Tabaksasche (Fresenius und Will) *).

	Tabake aus						
	Debreczyn			Banat	Fünfkirchen		Mittel
					1840	1841	
	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	
Kali	29,08	30,67	27,88	18,20	8,20	19,55	22,26
Natron	2,26	—	—	—	—	0,27	0,42
Kalk	27,67	24,79	31,16	27,86	42,77	44,49	33,13
Magnesia	7,22	8,57	7,31	15,73	13,93	11,07	10,64
Chlornatrium . . .	0,91	5,95	9,34	11,41	3,22	3,54	5,73
Chlorkalium	—	—	4,90	3,92	8,53	—	2,89
Phosphors. Eisenoxyd .	8,78	6,03	6,39	6,80	6,07	4,34	6,40
Phosphorsaurer Kalk .	—	—	—	—	—	5,97	0,99
Schwefelsaurer Kalk .	6,43	5,60	6,43	10,11	7,96	5,63	7,02
Kieselsäure	17,65	18,39	6,59	5,97	9,32	5,14	10,52
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

*) Kohlensäuregehalt im Mittel 14,5 Proc.

IV. Bemerkungen zu Tabak.

1. Eine Hektare liefert im Durchschnitt (Thaer) 1450 Kilogramme lufttrockene Tabakspflanzen.

2. Eine Tabaksernte entzieht somit einer Hektare Land an Aschenbestandtheilen im Mittel 319 Kilogramme.

d. Färbepflanzen.

a. Krapp (Rubia tinctorum).

§. 250.

I. Zusammensetzung der getrockneten Wurzeln (John).

Fett	1,0
Rothes Harz	3,0
Farbstoff	20,0
Extractivstoff	5,0
Gummi	43,5
Weinstein und weinsaurer Kalk	8,0
Schwefelsaures Kali und Chlorkalium	2,0
Phosphorsaure Kalk- u. Talkerde	7,5
Kieselsäure	1,5
Eisenoxyd	0,5
Wasser	8,0
	100,0

II. 100 Theile Elsässer Krappwurzeln lieferten 8,25 und 8,42 Procent Asche (Köchlin).

III. Bestandtheile der Asche der Krappwurzeln.

	Seeländischer Krapp May	Elsässer Krapp Köchlin	
		I.	II.
Kali	3,42	29,67	27,47
Natron	25,76	11,96	0,23
Chlornatrium	12,58	7,79	22,39
Kalk	16,29	34,92	30,16
Magnesia	3,17	3,78	3,80
Eisenoxyd	2,67	1,19	3,47
Phosphorsäure	16,84	5,31	4,76
Schwefelsäure	2,86	3,72	2,20
Kieselsäure	16,41	1,66	5,52
	100,00	100,00	100,00
Kohlensäureprocente	11,60	25,83	21,35

IV. Bemerkungen zu Krapp.

Im Elsaß liefert eine Hektare bei zweijähriger Cultur im Mittel 3600 Kilogramme Wurzeln und etwa (in zwei Jahren) 14000 Kilogramme Blätter (Boussingault). — Da der Gehalt der letzteren an Aschenbestandtheilen nicht bekannt ist, so läßt sich die Erschöpfung des Bodens an Salzen, welche durch eine Krappernte stattfindet, für's Erste nicht feststellen. In den Wurzeln werden einer Hektare in zwei Jahren an Aschenbestandtheilen entzogen 299 Kilogramme.

e. Gewürzpflanzen.

a. Hopfen (Humulus Lupulus).

§. 251.

1. Gehalt der trockenen Hopfenzapfen (Hopfenkätzchen, weiblichen Blüthen) an Lupulin (Hopfenstaub).

Ursprungsort des Hopfens.	Lupulin	Blätter	Fremde Stoffe
Belgien (Popering)	18,0	70,0	12,0
Nord-Amerika	17,0	69,0	14,0
Bourges	16,0	83,0	1,0
Etang de Crécy (Paris) . . .	12,0	86,0	2,0
Bussignies	11,5	81,5	7,0
Vogesen	11,0	86,0	3,0
England	10,0	87,0	3,0
Lüneville	10,0	88,0	2,0
Lüttich	9,0	81,0	10,0
Deutschland	8,0	88,0	4,0

2. Der wirksame Bestandtheil der Hopfenzapfen ist das Lupulin, daher jene um so besser, je reicher sie daran sind. — Das Lupulin stellt gelbe Drüsen dar, welche an der inneren Grundfläche der Schuppen, am Fruchtknoten und der reifen Kammerfrucht sitzen. Beim Ausklopfen fallen diese Drüsen ab und erscheinen alsdann als zartes, gelbes Pulver, an den Fingern anhängend, in der Hand harzartig erweichend, sehr entzündlich, äußerst bitter, aromatisch.

Das Lupulin enthält nach Yves:

Wachs	10,0
Harz	30,0
Gerbestoff mit Gallussäure . .	4,2
Bitterstoff	9,1
Extractivstoff, Gummi, Salze .	8,3
Faser	38,4
	100,0

3. Bestandtheile der Asche *) (Nesbit), Hopfen aus England.

	Ganze Pflanze	Blätter	Stengel u. Ranken
Kali	25,18	14,60	24,35
Natron	—	0,39	—
Magnesia	5,77	2,41	4,10
Kalk	15,98	49,85	38,73
Phosphorsäure	12,13	3,54	6,92
Schwefelsäure	5,41	5,07	3,44
Kieselsäure	21,50	12,18	6,07
Eisenoxyd	5,12	2,43	0,28
Chlornatrium	7,24	9,53	6,47
Chlorkalium	1,67	—	9,64
	100,00	100,00	100,00
Aschenprocente	9,87	13,6	3,74

*) Die Asche enthält Kohlensäure, wieviel findet sich nicht angegeben.

F. Futtergewächse.

a. Kleearten.

§. 252.

1. Rother Klee (Trifolium pratense), — 2. Incarnatklee (Trifolium incarnatum), — 3. Weißer Klee (Trifolium repens), — 4. Luzerne (Medicago sativa), — 5. Esparsette (Onobrychis sativa).

I. Sämmtliche Bestandtheile einzeln (Crome, Analysen aus älterer Zeit). 100 Theile enthalten frisch:

	Rother Klee: Stengel und Blätter	Rother Klee: Blüthen	Weißer Klee: Stengel, Blätter und Blüthen	Luzerne, abgeschnittene Pflanze im Beginn der Blüthe.
Wasser u. Verlust	76,00	79,00	81,06	75,00
Pflanzenfaser	13,88	12,00	11,46	14,35
Eiweiß	2,00	1,67	1,51	1,86
Chlorophyll u. Wachs	1,39	1,67	1,01	2,57
Traubenzucker	2,14	1,25	1,52	0,78
Harz	0,08	0,16	0,21	0,18
Extractivstoff u. Salze	3,53	3,13	2,40	4,43
Phosphorsaurer Kalk mit Eiweiß	0,98	1,12	0,83	0,83
	100,00	100,00	100,00	100,00

II. Kleeheu des rothen Klee's (Bouſſingault).

	lufttrockenes Heu	waſſerfreies Heu	berechnet auf friſchen Klee
Stickſtoffhaltige org. Subſtanzen . .	10,29	13,02	3,12
Stickſtofffreie org. Subſtanzen . . .	62,63	79,28	19,03
Aſchenbeſtandtheile	6,08	7,70	1,85
Waſſer	21,00	—	76,00
	100,00	100,00	100,00

Horsford fand im Heu des rothen Klee's 11,17 Proc. Aſchenbeſtandtheile.

III. Beſtandtheile der Aſche.

	der Esparſette *) (aus d. franz. Schweiz) Buch	des rothen Klee's **) (aus Gießen) Horsford	(von Bechelbronn) Bouſſingault
Kali	6,75	16,10	31,73
Natron	20,33	40,74	0,67
Kalk	31,01	21,91	32,80
Magneſia	8,57	8,28	8,40
Chlornatrium	2,18	4,73	7,20 (K Cl)
Phosphorſäure	26,10	4,12	8,40
Eiſenoxyd	2,28	0,46	0,40 u. Al_2O_3
Schwefelſäure	1,68	1,06	3,33
Kieſelſäure	1,10	2,60	7,07
	100,00	100,00	100,00

*) Gehalt an Kohlenſäure 14 Proc.

**) Gehalt an Kohlenſäure 25 Proc.

Bemerkungen zu Klee.

1. Eine Hektare liefert durchſchnittlich 9000 Kilogramme Kleeheu von rothem Klee, die Ernte entzieht ſomit dem Boden (einer Hektare) Salze: à 6,08 Proc. Aſche im lufttrockenen Heu 547 Kilogr., à 11 Proc. Aſche 990 Kilogramme.
2. Die Ernte rothen Klee's von einer Hektare liefert in Kilogrammen:

	waſſerfreies Heu	lufttrockenes Heu	friſcher Klee
Stickſtoffhaltige Beſtandtheile . . .	926	926	926
Stickſtofffreie organiſche Subſtanzen .	5637	5637	5637
Aſchenbeſtandtheile	547	547	547
Waſſer	—	1890	22515
	7110	9000	29625

b. Gräser.

§. 253.

I. Brauchbare Analysen der einzelnen Gräser fehlen.

II. 100 Theile frisches Wiesengras liefern durchschnittlich:

	im blühenden Zustande gemäht	im samenreifen Zustande gemäht
lufttrockenes Heu	38	40
Wasser	62	60
	100	100

III. 100 Theile folgender Substanzen enthalten durchschnittlich (Boussingault, Asche nach Will):

	wasserfreies Heu	lufttrockenes Heu	frisches Gras
Stickstoffhaltige Bestandtheile .	9,32	8,02	3,05
Stickstofffreie org. Substanzen .	83,86	72,12	27,42
Aschenbestandtheile	6,82	5,86	2,23
Wasser	—	14,00	67,30
	100,00	100,00	100,00

IV. Aschenbestandtheile*).

Die Asche eines guten Wiesenheues enthielt in 100 Theilen (Haidlen):

Kieselsäure	60,1
Phosphorsauren Kalk	16,1
Phosphorsaures Eisenoxyd	5,0
Kalk	2,7
Magnesia	8,6
Schwefelsauren Kalk	1,2
Schwefelsaures Kali	2,2
Chlorkalium	1,3
Kohlensaures Natron	2,0
Verlust	0,8
	100,0

*) Vergl. auch S. 348.

Boussingault fand in der Asche des Wiesenheues von Dürrenbach im Durchschnitt von 2, respective 3 Analysen *).

Phosphorsäure	5,89
Schwefelsäure	2,94
Chlornatrium	4,69
Kalk	19,52
Bittererde	7,85
Kali	23,66
Natron	0,11
Kieselsäure	34,35
Eisenoxyd	0,99
	100,00

*) Gehalt an Kohlensäure 7,3 Proc.

V. Bemerkungen zu den Gräsern.

1. Eine Hektare Wiesenland liefert durchschnittlich 5000 Kilogramme lufttrockenes Heu.
2. Die Heuernten eines Jahres entziehen dem Boden (einer Hektare) Salze: 293 Kilogramme.
3. Die Heuernten eines Jahres liefern:

	wasserfreies Heu	lufttrockenes Heu	frisches Gras
Stickstoffhaltige Bestandtheile .	401	401	401
Stickstofffreie org. Substanzen .	3606	3606	3606
Aschenbestandtheile	293	293	293
Wasser	—	700	8858
	4300	5000	13158

G. Obst tragende Gewächse.

a. Kernobst.

§. 254.

1. Gesammtbestandtheile der Birnen (Berard):

	reif u. frisch	aufbewahrt	morsch
Harziges Blattgrün . .	0,08	0,01	0,04
Zucker	6,45	11,43	8,77
Gummi und Pektin . .	3,17	2,06	2,62
Faser	3,80	2,17	1,85
Eiweiß	0,08	0,21	0,23
Aepfelsäure	0,11	0,08	0,61
Kalk	0,03	0,04	Spur
Wasser	86,28	83,23	62,72
Verlust beim Liegen .	—	0,77	23,16
	100,00	100,00	100,00

Außer diesen Bestandtheilen enthalten die Birnen und Aepfel Gerbesäure, Citronensäure und Salze, ferner einen flüchtigen aromatischen Stoff, wahrscheinlich einen Aether, der die Verschiedenartigkeit der Aepfelsorten wesentlich mit bedingt. — Die unreifen Aepfel enthalten Stärke.

2. Bestandtheile der Asche des Apfelbaumholzes und des Quittensamens.

	Holz von Pyrus malus Fresenius u. Will	Quittensamen Souchay
Kali	19,24	27,09
Natron	0,45	3,01
Magnesia	7,46	13,01
Kalk	63,60	7,69
Phosphorsäure	4,90	42,02
Schwefelsäure	0,93	2,67
Kieselsäure	1,31	0,75
Eisenoxyd	1,66	1,19
Chlornatrium	0,45	2,57
	100,00	100,00
Aschenmenge	1,29	
Kohlensäureprocente	24,18	0,00

b. Steinobst.

§. 255.

I. Gesammtbestandtheile in 100 Theilen (Berard).

Bestandtheile	Pfirsiche			Aprikosen		Reine-Clauden		Kirschen	
	unreife	reifere	reife	unreife	reife	unreife	reife	unreife	reife
Wasser	89,39	84,49	74,87	90,31	80,24	74,57	71,10	88,28	74,85
Zucker	Spur	6,64	16,48	0,63	11,61	17,71	24,81	1,12	18,12
Gumi u. Pekt.	4,10	4,47	5,12	4,22	4,85	5,53	2,06	6,01	3,23
Faser	3,61	2,53	1,86	3,01	1,21	1,26	1,11	2,44	1,12
Eiweiß	0,76	0,34	0,17	0,41	0,93	0,45	0,28	0,21	0,57
Aepfelsäure	2,70	2,03	1,80	1,07	1,10	0,45	0,56	1,75	2,01
Kalk	Spur	Spur	Spur	0,08	0,06	Spur	Spur	0,14	0,10
Harziges Blattgrün	0,04	0,03	—	0,27	—	0,03	0,08	0,05	—
Farbestoff	—	—	0,10	—	—	—	—	nicht bestimmt	
	100,60	100,53	100,40	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

II. Gehalt der Kerne an Oel.

Kirschkerne liefern . . . 24,0 Proc.
Zwetschenkerne liefern . . 16,6 Proc. — 33 Proc.

III. Veränderungen des Kern- und Steinobstes beim Reifen.

Die Erscheinungen, welche sich beim Reifen der Früchte zeigen, wurden namentlich von Berard mit großer Sorgfalt untersucht. Er fand, daß dabei die Früchte, ohne das Volumen der Luft zu ändern, einen sehr bedeutenden Theil in Kohlensäure verwandeln, sowohl am Baume als beim Liegen. — Unreife Früchte, in einem luftleeren Raume oder in einer sauerstofffreien Luft aufbewahrt, werden nicht reif. — Nach ein paar Monaten herausgenommen und der Luft ausgesetzt, reifen sie sofort. —

Wenn die Frucht reift, nachdem sie vom Baume genommen worden ist, und wobei sie nur Kohlenstoff an die Luft abgiebt, so werden ihre Bestandtheile auf eine solche Art verändert, daß das Gewicht des zelligen Gewebes und des Gummi's vermindert wird, während das Gewicht des Zuckers sich vermehrt und Wasser wegdunstet, so daß die in dem Zellgewebe eingeschlossene Flüssigkeit einerseits süßer, andererseits concentrirter, und die Zartheit und Schmackhaftigkeit der Frucht somit vermehrt wird.

Reift hingegen eine Frucht am Baume, so erleidet sie dieselbe Veränderung, aber sie wird nicht leichter, sondern fortwährend schwerer, indem der Baum ihr unausgesetzt neue Bestandtheile zuführt.

Ueber das Morsch- und Faulwerden der Früchte und die Aufbewahrung derselben im Abschnitt III.

c. Beerenobst.

§. 256.

I. Stachelbeeren.

1. Bestandtheile der Stachelbeeren (Berard).

	unreife	reife
Harziges Blattgrün	0,03	—
Zucker	0,52	6 24
Gummi	1,36	0,78
Eiweiß	1,07	0,86
Aepfelsäure	1,80	2,41
Citronensäure	0,12	0,31
Kalk	0,24	0,29
Pflanzenfaser und Kerne	8,45	8,01
Wasser	86,41	81,10
	100,00	100,00

II. Beeren ꝛc. des Weinstocks.

1. Die Weinbeeren enthalten im reifen Zustande:

Cellulose und Lignin	Harz	
Traubenzucker	Fettes Oel	
Gummi	Aetherisches Oel	
Pektin	Farbstoff	
Bitterstoff	Weinsteinsäure	theils frei, theils gebunden zu sauren Salzen.
Chlorophyll	Citronensäure	
Eiweiß	Aepfelsäure	
Pflanzenleim	Gerbsäure	
Wachs	Unorganische Salze.	

Die Menge der einzelnen Bestandtheile ist sehr veränderlich und noch nicht festgestellt. Der Zuckergehalt schwankt zwischen 12 und 26 Proc. — Gummi und Schleim beträgt etwa 3 Proc. — Vergl. auch unten Abtheil. IV. Capitel Wein.

2. Das Weinlaub ist in Bezug auf seine organischen Bestandtheile noch nicht genau untersucht.

3. Aschenbestandtheile der Reben, des Weinmostes ꝛc.

	Rebenasche						
	aus der Steyermark Hruschauer			von Worms	von Weinsheim	von Meißen Trasso Kleinburgunder	
				Levi			
	I.*)	II.	III.	v. Liebfrauenberg		Pläner-mergel	Porphyr
Kali	34,13	24,93	26,41	17,46	25,28	44,154	37,309
Natron	7,59	7,00	8,57	27,15	2,28	2,915	1,816
Magnesia	4,66	7,12	9,16	9,12	7,47	4,768	1,049
Kalk	32,15	37,59	33,48	30,18	40,80	36,041	43,674
Phosphorsäure	16,35	19,55	16,87	5,27	18,89	7,055	9,587
Schwefelsäure	2,68	2,37	2,43	2,00	2,88	1,822	3,599
Kieselsäure	1,45	0,62	2,48	1,59	—	1,217	0,723
Eisenoxyd	0,16	0,24	0,19	4,20	1,52	0,540	0,654
Manganoxydul-oxyd	—	—	—	—	—	0,107	—
Chlornatrium	0,83	0,58	0,41	3,03	0,88	1,381	1,589
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,000	100,000
Aschenprocente	2,52	2,25	2,325	2,83	2,69	3,692	2,849
Kohlensäureprocente in d. Asche	24,7	28,48	23,9	26,6	9,32	9,670	24,105

*) Von den Reben aus Steyermark ist I. im Schotterboden von Quarzgeschieben, II. in verwittertem Uebergangskalk, III. im Glimmerschiefergebirge gewachsen.

	Rebenasche (Untersuchungen von Walz)					
	von Deidesheim			von Speier		
	Traminer	Rießling	Ruländer	Traminer	Rießling	Ruländer
Kali	38,59	27,44	28,98	38,86	29,93	26,11
Natron	18,19	11,95	26,16	18,11	24,67	13,02
Kalk	21,68	19,42	9,78	21,94	11,27	19,71
Magnesia	0,60	7,68	0,19	0,92	0,49	8,72
Phosphorsaures Eisenoxyd	1,86	3,11	1,69	2,01	1,77	1,94
» Kalk	13,76	26,30	27,48	13,50	26,24	24,96
Schwefelsaurer Kalk	2,35	2,25	2,34	1,37	2,17	3,28
Chlornatrium	0,69	0,04	0,20	1,18	0,28	0,14
Kieselsäure	2,28	1,81	3,18	2,11	3,18	2,12
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Aschenprocente	2,87	3,03	2,93	2,81	3,08	2,89

Asche des Mostes, der Schalen und Kerne (Trasso).

	Mostasche				Schalenasche		Kernasche	
	blaue Trauben *)			grüne Trauben †)				
	unreife Porphyr	reife Porphyr	reife Pläner-mergel	reife Porphyr	blaue Trauben *) Porphyr	grüne Trauben †) Porphyr	blaue Trauben *) Porphyr	grüne Trauben †) Porphyr
Kali	65,52	63,91	71,34	61,98	41,11	46,12	27,55	29,08
Natron	0,33	0,42	1,20	2,66	2,13	1,62	—	—
Kalk	5,20	3,37	3,40	5,11	20,31	21,73	32,18	35,57
Magnesia	3,28	4,74	3,97	3,96	6,02	4,45	8,53	8,59
Eisenoxyd	0,73	0,43	0,09	0,40	2,11	1,97	0,46	0,65
Manganoxydul-oxyd	0,82	0,75	0,10	0,30	0,76	0,51	0,35	0,45
Phosphorsäure	15,38	16,58	14,07	17,04	19,57	15,66	27,01	21,05
Schwefelsäure	5,19	5,54	3,65	4,90	3,48	3,88	2,40	2,61
Chlorkalium	1,56	2,16	0,99	1,47	1,05	1,49	0,56	0,73
Kieselsäure	1,99	2,10	1,19	2,18	3,46	2,57	0,96	1,27
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Aschengehalt	0,259	0,340	0,409	0,290	3,745	4,321	2,776	2,837
Kohlensäureproc.	12,97	9,34	14,44	9,90	9,58	14,03	13,18	16,26

*) Kleinburgunder oder schwarzer Clävner (Metzger).
†) Grüner Sylvaner (v. Babo und Metzger).

Gehalt der Traubenkerne an Oel.

100 Theile Kerne liefern 14 bis 22 Thle. Oel.

d. Schalenobst.

§. 257.

1. Nüsse. 2. Mandeln.

I. Sämmtliche Bestandtheile (nach älteren Analysen).

	Süße Mandeln (Boullay)	Bittere Mandeln (Vogel)	Wallnuß-kerne	Haselnuß-kerne
Fettes Oel	54,0	28,0	50	60
Traubenzucker	6,0	6,5		
Gummi	3,0	3,0		
Eiweiß	24,0	30,0		
Faser	4,0	5,0		
Schalen	5,0	8,5		
Wasser	3,5	—		
Essigsäure?	0,5	—		
Verlust (fettes Oel, Amygdalin, Wasser)	—	19,0		
	100,0	100,0		

Nach anderen Angaben liefern die bitteren Mandeln 28—46 Proc. Oel.

II. Bestandtheile der Wallnußasche (Glasson).
Aschengehalt 0,667 Proc.

Kali	27,12	Schwefelsaurer Kalk .	3,88
Kalk	19,98	Chlorkalium	0,80
Magnesia	7,72	Kohlensäure	2,93
Eisenoxyd	0,73	Kieselsäure	1,13
Phosphorsäure . . .	35,61		100,00

H. Forstbäume.

§. 258.

I. Organische Bestandtheile der Hölzer nicht untersucht.

II. Elementarbestandtheile einiger der wichtigsten Holzarten nach Schödler und Petersen. 100 Theile der bei 100° getrockneten Hölzer lieferten

	Kohlenstoff	Wasserstoff	Sauerstoff		Kohlenstoff	Wasserstoff	Sauerstoff
Quercus robur . . .	49,43	6,07	44,50	Tilia europaea . .	49,41	6,86	43,73
Fraxinus excelsior	49,36	6,075	44,57	Salix fragilis . . .	48,44	6,36	44,80
Acer campestris . .	49,80	6,31	43,89	Pinus abies	49,95	6,41	43,65
Fagus sylvatica . .	48,53	6,30	45,17	Pinus picea	49,59	6,38	44,02
Betula alba	48,60	6,375	45,02	Pinus sylvestris . .	49,94	6,25	43,81
Ulmus campestris .	50,19	6,425	43,39	Pinus Larix	50,11	6,31	43,58
Populus nigra . . .	49,70	6,31	43,99				

III. Gehalt der Hölzer an Wasser (Schübler).

100 Theile des frisch gefällten Holzes enthalten:

	Wasser	trockenes Holz
Carpinus Betulus (Weißbuche)	18,6	81,4
Salix Cabrea (Saalweide)	26,0	74,0
Acer pseudoplatanus (Bergahorn	27,0	73,0
Sorbus aucuparia (Vogelbeerbaum)	28,3	71,7
Fraxinus excelsior (Esche)	28,7	71,3
Betula alba (Birke)	30,8	69,2
Crataegus torminalis (Mehlbeerbaum)	32,3	67,7
Quercus robur (Traubeneiche)	34,7	65,3
Quercus pedunculata (Stieleiche)	35,4	64,6
Pinus abies (Gemeine Fichte)	37,1	62,9
Aesculus hippocastanum (Roßkastanie)	38,2	61,8
Pinus sylvestris (Kiefer)	39,7	60,3
Fagus sylvatica (Rothbuche)	39,7	60,3
Betula Alnus (Erle)	41,6	58,4
Populus tremula (Espe)	43,7	56,3
Ulmus campestris (Rüster)	44,5	55,5
Pinus picea (Edeltanne)	45,2	50,8
Tilia europaea (Linde)	47,1	52,9
Populus dilatata (Italienische Pappel)	48,2	51,8
Pinus Larix (Lerche)	48,6	51,4
Populus alba (Weiße Pappel)	50,6	49,4
Populus nigra (Schwarzpappel)	51,8	48,2

Der Wassergehalt ist daher bei den verschiedenen Holzarten sehr verschieden, bei den angeführten 18,6 — 51,8 Proc., im Mittel 38 Proc. — Lufttrockene Brennhölzer enthalten stets noch 20 — 25 Proc. Wasser.

Die Holzarten sind im Frühjahr am wasserreichsten. Schübler fand, daß der Wassergehalt im Mittel vom Ende Januar bis zum Anfang April um 8 Proc. stieg.

Am reichsten an Wasser ist stets das zuletzt gebildete Holz, die Unterschiede sind höchst bedeutend, nach Schübler enthalten die jüngeren Zweige oft doppelt so viel Wasser als das ältere Holz.

IV. Quantität der Asche und Potasche, welche verschiedene Hölzer liefern (Wernek).

Untersuchte Holzarten	Asche aus 100 Thln. Holz	Potasche daraus	100 Pfd. Asche geben daher Potasche
Fagus sylvatica (Buche), Stammholz mit der Rinde	0,612	0,130	22,27
Quercus robur (Traubeneiche), Stammholz mit der Rinde	1,400	0,166	10,80
Betula alba (Birke), Stammholz	1,075	0,125	11,70

Untersuchte Holzarten	Asche aus 100 Thln. Holz	Potasche daraus	100 Pfd. Asche geben daher Potasche
Carpinus Betulus (Hainbuche)	1,143	0,129	10,85
Ulmus campestris (Rüster)	2,282	0,276	12,09
Fraxinus excelsior (Esche)	2,297	0,283	12,39
Crataegus torminalis (Mehlbeerbaum) . .	1,013	0,122	11,99
Betula Alnus (Erle)	1,388	0,090	6,53
Populus tremula (Zitterpappel)	1,306	0,079	6,12
Salix alba (Weide)	2,801	0,309	11,05
Tilia europaea (Linde)	1,449	0,093	6,67
Pinus sylvestris (Kiefer)	1,798	0,217	12,12
Pinus abies (Fichte)	1,723	0,216	12,55
Pinus picea (Edeltanne)	1,677	0,206	12,43
Evonymus europaeus (Spindelbaum) . . .	0,862	0,122	14,21
Juniperus communis (Wachholder)	1,842	0,156	11,66
Mittel	1,542		

Die Holzarten geben daher im Mittel 1,5 Proc. Asche. Die Blätter derselben geben hingegen 7 — 8, ja selbst 9 — 11 Proc.

V. Aschenbestandtheile.

A. Nadelhölzer.

	Holz.				Samen.	
	Pinus sylvestris.			Pinus Larix.		
	Gießen von gleich. Standort		Gießen	Gießen	Pinus picea.	Pinus sylvestris.
	krank	abgestorben	gesund			
	Böttinger		Levi	Böttinger	Poleck	
Kali	2,79	0,93	10,52	15,24	21,75	22,38
Natron	15,99	14,59	9,39	7,27	6,76	1,26
Kalk	31,72	36,06	46,24	27,05	1,54	1,86
Magnesia	19,76	20,00	13,48	24,51	16,77	15,09
Eisenoxyd	2,14	8,69	3,27	2,59	1,31	3,01
Manganoxyduloxyd	18,17	7,61	—	13,51	—	—
Phosphorsäure	2,96	1,32	4,50	3,59	39,61	45,96
Schwefelsäure	1,95	2,98	3,04	1,72	—	—
Chlornatrium	1,48	2,52	1,16	0,92	0,57	—
Kieselsäure	3,04	5,27	8,40	3,60	11,71	10,44
	100,00	99,97	100,00	100,00	100,00	100,00
Aschenproc. (Holz bei 100° getrckn.)	0,143	0,190	?	0,322	4,47	4,98
Kohlensäureprocente	12,50	14,40	13,39	22,15	0,00	0,00

Untersuchungen von Berthier.

			Asche des Holzes von Pinus abies	Asche des Holzes von Pinus picea
In Wasser	löslicher Theil.	Kohlensäure	7,76	2,89
		Schwefelsäure	0,80	1,67
		Salzsäure	0,08	0,92
		Kieselsäure	0,26	0,18
		Kali	16,80	4,41
		Natron		3,53
		zusammen	25,70	13,60
	unlöslicher Theil.	Kohlensäure	17,17	32,77
		Phosphorsäure	3.14	0,91
		Kieselsäure	5,97	4,19
		Kalk	29,72	38,51
		Magnesia	3,28	9,56
		Eisenoxyd	10,53	0,09
		Manganoxyduloxyd	4,48	0,36
		zusammen	74,30	86.40
		Aschenprocente	1 24	

Untersuchungen von Hertwig.

	Pinus sylvestris. Holz		Rinde		Nadeln		Pinus abies (jung). Nadeln	
Kohlens. Natron	7,42							
Kohlens. Kali	11,30						10,72	
Chlornatrium	Spur							
Kieselsaures Kali	—						3,90	
Schwefelsaures Kali	Spur						1,95	
Auflösliche Bestandtheile		18,72		2,95		29,09		12,70
Kohlensaurer Kalk	50,94		64,98		15,41		63,32	
Bittererde	5,60		0,93		3,89		1,86	
Phosphors. Kalk	3,43		5,03					
Phosphorsaure Bittererde	2,90		4,18				6 35	
Phosphorsaur. Manganoxydul	Spur		—		38,36		—	
Basisch phosphorsaures Eisenoxyd	1,04		1,04				0,88	
Bas. phosphorsaure Thonerde	1,75		2,42				0,71	
Kieselerde	13,37		17,28		12,36		10,31	
Unauflösliche Bestandtheile		81,28		95,86		70,91		86,30
		97,74		98 81		100,00		100,00

Die bei 100° getrockneten Substanzen lieferten folgende Aschenquantitäten: Pinus sylv. Holz: 0,328. — Rinde: 1,785. — Nadeln: 2,31. — Pinus abies, Nadeln: 6,25. —

B. Laubhölzer.

	Quercus robur.		Fagus sylvatica.	
	Holz Neuchatel Denninger	Samen Gießen Kleinschmidt	Holz Gießen Böttinger	Samen Gießen Souchay
Kali	8,43	64,64	15,81	22,82
Natron	5,64	—	2,77	9,50
Kalk	75,45	6,83	63,26	24,50
Magnesia	4,49	5,57	11,27	11,64
Chlornatrium	0,02	0,98	0,21	0,87
Eisenoxyd	0,57	1,10	0,81	2,67
Manganoxyduloxyd	—	—	—	3,11
Phosphorsäure	3,46	17,13	3,06	20,81
Schwefelsäure	1,16	2,79	1,35	2,20
Kieselsäure	0,78	0,96	1,46	1,88
	100,00	100,00	100,00	100,00
Kohlensäureprocente in der Asche	33,47	14,26	24,85	11,30

	Ulmus campestris.		Tilia europaea.		Cerasus avium*).	
	Gießen		dicke Aeste v. Gießen		Stamm v. Gießen	
	Holz	Rinde	Holz	Rinde	Holz	Rinde
	Wrightson		L. Hoffmann		Engelmann	
Kali	21,92	2,22	35,802	16,144	25,90	7,94
Natron	13,72	10,09	5,235	4,529	10,47	15,48
Kalk	47,80	72,70	29,930	60,811	35,78	44,67
Magnesia	7,71	3,19	4,147	8,035	11,47	5,43
Chlornatrium	—	—	1,491	2,208	—	0,66
Eisenoxyd	0,71	0,50	7,975	1,237	0,07	0,21
Phosphorsäure	3,79	1,91	4,849	4,017	9,63	3,47
Schwefelsäure	1,28	0,62	5,305	0,748	4,11	0,86
Kieselsäure	3,07	8,77	5,266	2,271	2,57	21,28
	100,00	100,00	100,000	100,000	100,00	100,00
Kohlensäureproc. in der Asche	29,00	30,45	20,80	23,41	16,80	9,00

*) Aschenprocente: Holz 0,28, Rinde 10,37.

Untersuchungen von Berthier.

		Bestandtheile in 100 Theilen Asche.	Rothbuchenkohle	Eichenholz	Eichenrinde	Lindenholz	Birkenholz	Erlenholz
In Wasser	löslicher Theil	Kohlensäure	3,65	2,88	1,45	2,96	2,72	—
		Schwefelsäure	1,19	0,97	0,37	0,81	0,37	1,24
		Salzsäure	0,85	0,01	0,04	0,19	0,03	0,06
		Kieselsäure	0,16	0,02	0,05	0,17	0,16	
		Kali	10,45	8,11	4,33	6,55	12,72	
		Natron						
		zusammen	16,30	12,0	6,25	10,8	16,0	18,8
	unlöslicher Theil	Kohlensäure	27,53	34,99	37,22	35,75	26,04	25,17
		Phosphorsäure	4,77	0,71	—	2,51	3,61	6,25
		Kieselsäure	4,85	3,36	1,03	1,80	4,62	4,06
		Kalk	35,66	48,41	47,78	46,53	43,85	40,76
		Magnesia	5,86	0,53	0,75	1,97	2,52	2,03
		Eisenoxyd	1,25	—	—	0,09	0,42	2,92
		Manganoxyduloxyd	3,77	—	6,98	0,54	2,94	—
		zusammen	83,70	88,0	93,75	89,2	84,0	81,2

VI. Gehalt mehrerer Baumrinden an Gerbestoff in Procenten nach Davy und Gasficourt.

Die Resultate des Letzteren nach Schübler's Berechnung.

Galläpfel	39,5	G.
» von Aleppo	26,4	D.
Erlenrinde	16,5	G.
Weiße innere Rinde einer jungen Eiche	16,0	D.
» » » » alten »	15,0	D.
Ganze Rinde der Eiche	6,3	D.
Gefärbte mittlere Rinde der Eiche	4,0	D.
Weiße innere Rinde des ächten Kastanienbaumes	15,2	D.
Ganze Rinde des ächten Kastanienbaumes	4,3	D.
Gefärbte mittlere Rinde desselben	3,0	D.
Rinde des Aprikosenbaumes	14,7	G.
Kirschbaumrinde	10,0	G.
Rinde von Cornus mascula L.	8,7	G.
» » Salix babylonica L.	7,3	G.
» der Leikaster-Weide	6,8	D.
» der grünen Eichelschalen	4,6	G.
» des Vogelbeerbaumes	3,6	G.
» der Espe (Popul. tremula)	3,3	D.
» der italienischen Pappel	3,1	D.
» der Haselstaude	2,7	D.

Rinde einer gemeinen Weide von großem Wuchs . . .	2,2	D.
» von Acer pseudoplatanus	2,2	D.
» der Buche	2,0	D.
» der Roßkastanie	1,8	D.
» der Birke	1,6	D.
» der Lerche, im Herbst gefällt	1,6	D.

Der Gehalt der Rinden an Gerbestoff ist in verschiedenen Zeiten des Jahres sehr verschieden; am reichsten daran sind dieselben im Frühling, zur Zeit, wenn sich die Knospen öffnen; am ärmsten im Winter.

I. Unkräuter und Verwandtes.

§. 259.

Bestandtheile der Asche.

Die Pflanzen wurden im blühenden Zustande über der Wurzel abgeschnitten. Untersuchungen von Rüling.

	Matricaria Chamomilla I.	Matricaria Chamomilla II.	Anthemis arvensis	Centaurea Cyanus	Agrostemma Githago	Chelidonium majus	Acorus Calamus
Kali	31,02	38,60	36,62	43,82	28,93	38,73	35,19
Chlorkalium	22,51	17,00	8,56	14,25	9,55	3,97	15,67
Chlornatrium . . .	—	—	—	—	—	—	3,03
Kalk	23,24	19,56	19,17	18,58	37,03	27,34	12,27
Magnesia	6,01	5,70	4,39	5,47	7,77	5,92	8,23
Manganoxydoxyd .	—	—	—	—	—	—	1,51
Phosphors. Eisenoxyd .	2,91	2,85	5,71	2,81	2,27	2,10	2,95
Phosphorsäure . . .	6,22	9,30	11,90	7,90	8,41	17,66	13,19
Schwefelsäure . . .	6,08	5,17	5,51	3,23	3,02	2,63	5,40
Kieselsäure	2,01	1,82	8,14	3,94	3,02	1,65	2,56
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Aschenproc. (mit Kohlensäure)	8,51	9,69	9,66	7,32	13,20	6,85	6,9
Kohlensäureprocente in der Asche	17,00	15,20	14,30	15,00	18,60	14,20	5,40

	Viscum album Blätter und Aeste*)	Flechten von einem Apfelbaum**)	Secale cornutum	Lolium perenne		Festuca glauca	Sesleria coerulea
				Fleitmann			
	Fresenius und Will		Engelmann	I.	II	Hruschauer	
Kali	40,71	23,66	45,62	30,09	9,71	16,66	9,24
Natron	—		14,86	—	15,60	12,02	8,76
Kalk	22,37	24,27	1,69	9,12	7,30	23,24	17,13
Magnesia	11,06	12,52	5,37	4,08	—	8,14	6,42
Eisenoxyd	0,89	14,37	2,35	1,55	2,23	2,88	5,95
Phosphorsäure	20,31	19,84	15,51	12,03	15,79	10,65	15,54
Schwefelsäure	1,62	5,34	0,02	3,79	3,02	4,39	5,89
Kieselsäure	1,87		10,70	24,17	26,00	21,17	27,30
Chlornatrium	1,17		3,88	5,79	20,35	0,85	3,77
Chlorkalium	—	—	—	9,38	—	—	—
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Aschenproc.	wasserfreie Blätter 10,9 wasserfreie Stengel 3,7	wasserfreie Flechten 3,62	0,36	8,66 (Pflanze wasserfrei)	11,40	3,312 (Pflanze wasserfrei)	4,647
Kohlensäureproc. in der Asche	13,09	4,64	0,00	1,7	0,0	1,2	7,7

*) Die Misteln und Flechten sind auf dem Apfelbaume gewachsen, dessen Aschenanalyse S. 337 mitgetheilt ist.

**) Parmelia prunastri, fraxinea, parietina, furfuracea.

Secale cornutum lieferte Asche (ohne Kohlensäure) 0,36 Proc.

Untersuchungen von Wernek.

	Asche in 100 Th.	Potasche in der Asche	100 Pfd. Asche geben Potasche
Erica vulgaris	1,408	0,162	11,71
Genista tinctoria	1,617	0,184	11,40
» germanica	1,562	0,137	8,81
Ononis spinosa	1,656	0,196	8,43
Solanum Dulcamara	0,706	0,187	26,70
Vaccinium Myrtillus	0,685	0,128	19,06
Rubus fruticosus	0,756	0,140	18,01
Hedera Helix	1,542	0,181	22,48
Spartium Scoparium	1,478	0,190	12,90
Farrenkräuter*) im August gesammelt	2,059	1,601	56,71
» Anfang September	2,907	1,433	49,63
» » October	2,867	1,021	35,66

*) Pteris aquilina, Polypodium filix mas und femina.

Anhang zum zweiten Abschnitte.

Gehalt verschiedener Feldfrüchte an Schwefel und Phosphor.

§. 260.

Da durch Analyse der Asche einer Pflanze der Gehalt derselben an Schwefel, beziehungsweise Schwefelsäure, unmöglich völlig genau zu erhalten ist, indem ein Theil des Schwefels verbrennen, ein Theil der schwefelsauren Salze reducirt werden kann, so hat man die Gesammtmenge des Schwefels in den Pflanzen (abgesehen von der Form und Verbindungsweise, in welcher er darin enthalten ist) nach besonderen Methoden bestimmt, welche genaue Resultate liefern. — Weniger wichtig war dies in Bezug auf den Phosphor, der fast nur in oxydirtem Zustande in den Pflanzen enthalten ist und ohne Verlust in die Aschen übergeht. — Die erhaltenen Resultate sind im Folgenden zusammengestellt. Die Procentangaben beziehen sich auf bei 100° getrocknete Substanzen.

Untersuchungen von Henry Clifton Sorby.

	Schwefelgehalt	Phosphorgehalt
Vier verschiedene Grasarten (Poa palustris und trivialis, Festuca pratensis, Cynosurus cristatus	0,165	0,164
Lolch (Lolium perenne)	0,310	0,183
Italienisches Ray-Gras	0,329	0,145
Rother Klee (Trifolium pratense)	0,107	0,149
Derselbe	0,087	0,131
Sehr guter weißer Klee (Trifolium repens)	0,099	0,183
Gewöhnlicher » »	0,151	0 139
Sehr guter Schneckenklee (Medicago lupulina)	0,136	0,052
Luzerne (M. sativa)	0,274	0,046
Dieselbe	0,452	0,215
Dieselbe	0,293	0,353
Wicken (Vicia sativa)	0,178	0,183
Nierenkartoffeln	0,094	0,213
Kraut derselben	0,389	0,357
Früchte »	0,071	0,597

	Schwefelgehalt	Phosphorgehalt
Natürliche amerikanische Kartoffeln	0,082	0,212
Kraut derselben	0,206	0,483
Möhren (Daucus carota)	0,092	0,255
Kraut derselben	0,745	0,382
Runkelrüben (Beta altissima)	0,058	0,190
Kraut derselben	0,502	0,293
Rüben (Brassica rapa)	0,351	0,352
Dieselben	0,421	0,346
Kraut derselben	0,758	0 360
Dasselbe	0,615	0,380
Schwedische Turnips (Brassica oleracea)	0,435	0,172
Kraut derselben	0,458	0,250
Raps (Brassica oleïfera)	0,448	0,233
Weißer Kohl	0 431	0,267
Weizen, ganze Pflanze, kurz vor dem Blühen	0,151	0,248
Derselbe	0 170	0,140
Weizenähren, nachdem das Korn angesetzt, aber noch milchig war,	0 075	0,271
Stroh desselben	0,240	0,132
Reife Weizenähren	0,090	0,336
Stroh derselben	0,213	0,043
Rother Weizen	0,070	0,363
Stroh desselben	0,293	0,079
Weißer Weizen von demselben Felde wie der rothe	0 054	0,366
Stroh desselben	0 207	0,112
Andere Probe Weizen	0,051	0,410
Derselbe, Spreu	0,091	0,252
Sehr gute Gerste	0,066	0 498
Stroh derselben	0,390	0,087
Geringere Gerstensorte	0,040	0,367
Stroh derselben	0,191	0,065
Blühende Gerste	0,313	0,236
Haferpflanzen (Avena sativa), in Blüthe tretend,	0,226	0,194
Blühender Hafer	0,189	0,189
Grauer Hafer	0,125	0,317
Stroh desselben	0,329	0,128
Schwarzer tartarischer Hafer	0,080	0,381
Stroh desselben	0,271	0,110
Weißer Weizen	0,090	0,334
Stroh desselben	0,401	0 153
Weißer Weizen	0,074	0 382
Stroh desselben	0,195	0,057
Roggenähren, junge,	0,073	0,076
Stroh des Roggens	0,099	0 153
Roggen	0,051	0 160
Bohnenpflanzen	0,045	0,258

	Schwefel-gehalt	Phosphor-gehalt
Bohnen	0,071	0,600
Bohnenstroh	0,148	0,233
Erbsen (Pisum sativum)	0,158	0,206
Stroh derselben	0,214	0,076
Guter Hopfen (Humulus lupulus)	0,127	0,574
Ranken desselben	0,091	0,138

Untersuchungen, ausgeführt im Erdmann'schen Laboratorium in Leipzig, von R. Wagner, R. Rößler, J. Wenck und E. Schnetger.

	Schwefelgehalt im Mittel:
Rübsamen (Brass. Napus oleïfera)	0,70 Proc.
Schwarzer Senf	1,17 »
Weißer Senf	1,05 »
Wiesenklee (Trif. pratense)	0,122 »
Weißer Klee (Trif. repens)	0 081 »
Erbsen (Pis. sativ.)	0,098 »
» » » , andere Sorte,	0 125 »
Weiße Bohnen (Phaseolus vulg.)	0,04 »
Linsen	0 11 »
Leindotter (Myagrum sativ.)	0,253 »

Dritter Abschnitt.

Zersetzungsprocesse der Pflanzenbestandtheile und Pflanzen.

---

§. 261.

Nachdem wir im ersten Abschnitte dieser Abtheilung die einzelnen organischen Bestandtheile der Gewächse betrachtet, im zweiten eine Anzahl von Pflanzen und Pflanzentheilen in chemischer Beziehung kennen gelernt haben, fassen wir jetzt in diesem dritten einige allgemeinere Processe in's Auge, durch welche die Zusammensetzung einzelner Pflanzenstoffe oder ganzer Pflanzen aufgehoben wird. Diese Processe haben in mehrfacher Weise eine hohe Bedeutung für das praktische Leben; manche nämlich liefern höchst wichtige neue Producte (Zersetzungsproducte): als Weingeist, Theer, Holzessig, Humussubstanzen ꝛc., andere sind von Erscheinungen, wie Licht- und Wärmeentwicklung, begleitet und werden deshalb vom Menschen zur Erreichung der mannigfaltigsten Zwecke (Beleuchtung, Heizung ꝛc.) eingeleitet. — Die Kenntniß der Bedingungen, unter welchen Zersetzungen eintreten, belehrt endlich über die Mittel, solche zu verhüten (Aufbewahrung von Speisen, Schutz des Holzes gegen Fäulniß ꝛc.). —

Erste Unterabtheilung.

Gährungs-, Fäulniß- und Verwesungsprocesse.

A. Die geistige Gährung.

I. Erscheinungen der geistigen Gährung.

1. Allgemeine Thatsachen.

§. 262.

Wenn man den Saft der Weinbeeren, Aepfel, Birnen und anderer Früchte bei gewöhnlicher Temperatur stehen läßt, so fängt die

ruhige und ziemlich klare Flüssigkeit an, in Bewegung zu gerathen. Es entweichen anfangs selten, bald häufiger, endlich stürmisch kleinere oder größere Gasblasen, die, in Kalkwasser geleitet, vollständig verschluckt werden, dasselbe durch Bildung von kohlensaurem Kalk trüben und sich somit als reine Kohlensäure zu erkennen geben; — gleichzeitig trübt sich die Flüssigkeit und scheidet eine gelblichweiße unlösliche Masse als Schaum oder Bodensatz ab. Allmälig wird die Gasentwicklung schwächer und hört endlich ganz auf; die ausgeschiedene unlösliche Substanz senkt sich zu Boden und die Flüssigkeit wird klar. Versucht man sie, so findet man, daß der süße Geschmack des Mostes mehr oder weniger verschwunden ist, statt dessen bemerkt man einen geistigen, den der Most nicht hatte. — Bringt man sie in eine Destillirblase oder Retorte und erhitzt sie zum Kochen, so destillirt anfangs eine klare, brennend schmeckende, brennbare Flüssigkeit über, im Verlauf wird dieselbe schwächer von Geschmack, und endlich kommt reines Wasser.

Bei der geistigen Gährung — denn so heißt man den Zersetzungsproceß, bei welchem eine süße Flüssigkeit unter Kohlensäureentwicklung ihren süßen Geschmack ganz oder theilweise verliert, dafür einen geistigen annimmt und in eine Flüssigkeit übergeht, welche beim Destilliren anfangs ein brennbares Destillat liefert — verschwindet demnach die den süßen Geschmack des Mostes bedingende Substanz, welche, wie wir wissen, Zucker ist, statt dessen finden wir darin nach der Gährung eine geistig schmeckende, destillirbare, brennbare Flüssigkeit, welche den Namen Weingeist erhalten hat; bei der Gährung entweicht Kohlensäure. — Außerdem bildet sich ein unlöslicher Schaum oder Bodensatz, den man im Allgemeinen Hefe heißt. Verbrennend entwickelt dieselbe den Geruch nach gesengten Haaren. Sie ist demnach stickstoffhaltig, und der Schluß liegt somit nahe, daß sie ein Zersetzungsprodukt des Eiweißes oder überhaupt der stickstoffhaltigen Substanzen ist, welche in den Fruchtsäften enthalten waren. Dieser Schluß wird auf's vollkommenste bestätigt, wenn man die Flüssigkeit vor und nach der Gährung untersucht; im letzteren Falle findet man sie fast frei von stickstoffhaltiger Substanz.

Die geistige Gährung ist, wie sich aus dem Angeführten schon ergiebt, die Grundlage der Bereitung aller geistigen Getränke, des Weines, Aepfelweines, Birnweines, Biers, Branntweins u. s. w., sie ist demnach für uns, wie überhaupt für das praktische Leben, von höchster Wichtigkeit und war in Folge davon, wie auch wegen des wissenschaftlichen Interesses, Gegenstand der sorgfältigsten Untersu-

chungen. Die Ergebnisse derselben wollen wir in folgenden Sätzen zusammenfassen:

2. Specielle Erfahrungen.

§. 263.

1) Löst man Trauben- oder Rohrzucker in Wasser auf, in welchem Verhältniß man will, und läßt die Lösung stehen bei gewöhnlicher oder höherer Temperatur, so bleibt der Zucker völlig unverändert.
2) Vermischt man eine Zuckerauflösung von beliebiger Concentration mit einer Auflösung von Eiweiß in verdünnter Weinsteinsäurelösung oder mit Leguminlösung bei völligem Luftabschluß, oder, was dasselbe in weit leichterer Ausführung ist, zerdrückt man Weinbeeren bei Luftabschluß, z. B. in einer mit Quecksilber gefüllten und durch Quecksilber abgesperrten Glasglocke, und läßt die Flüssigkeit bei jeder beliebigen Temperatur stehen, so erfolgt keine Gährung.
3) Läßt man aber zu dem in der Glocke enthaltenen Traubensafte oder zu der Eiweiß oder Legumin enthaltenden Zuckerlösung nur ein wenig Luft treten, so beginnt bei gewöhnlicher oder etwas erhöhter Temperatur die Gährung bald.
4) Dieselbe Erscheinung erfolgt, auch bei Luftabschluß, wenn man der Zuckerlösung etwas Eiweiß- oder Leguminlösung zusetzt, die der Luft ausgesetzt war. Läßt man letztere für sich stehen, so faulen sie, das heißt sie zersetzen sich unter Bildung stinkender Produkte.
5) Bringt man eine wenig Zucker enthaltende Lösung mit viel der Luft ausgesetzt gewesener Albumin- oder Leguminlösung zusammen und läßt die Gährung vollständig verlaufen, so hat auch die sich bildende Hefe die Eigenschaft, Zuckerlösungen (auch bei Abschluß der Luft) in Gährung zu bringen. Die gegohrne Flüssigkeit enthält in dem Falle keinen Zucker mehr.
6) Bringt man dagegen eine viel Zucker enthaltende Lösung mit wenig der Luft ausgesetzt gewesener Albumin- oder Leguminlösung oder mit wenig der bei 5) erhaltenen Hefe zusammen und läßt die Gährung vollständig verlaufen, so hat die abgeschiedene Substanz, welche man zersetzte Hefe nennen kann, die Eigenschaft nicht, Zuckerlösungen in Gährung zu bringen. In solchen Fällen enthält die gegohrne Masse noch unveränderten Zucker.

7) Bringt man aber 5 Theile in Wasser gelösten Zucker mit etwa 1 Thl. frischer Hefe oder mit einer entsprechenden Menge der Luft ausgesetzt gewesener Eiweiß- oder Leguminlösung zusammen, so erhält man, nach beendigter Gährung, weder Gährung erregende Hefe, noch bleibt Zucker unzersetzt.

8) Setzt man eine gährungsfähige Mischung einer Temperatur aus, welche unter 10° oder über 30° C. liegt, so tritt die Gährung nicht ein. Am schnellsten dagegen beginnt und verläuft sie bei 20 bis 25° C.

9) Setzt man einer gährungsfähigen Lösung noch so viel Zucker zu, daß sie ebensoviel oder fast ebensoviel Zucker als Wasser enthält, so tritt die Gährung nicht ein. Am schnellsten dagegen beginnt und verläuft sie, wenn 1 Thl. Zucker in 3 bis 4 Thln. Wasser gelöst ist. Enthält sie nur $^1/_8$ oder weniger Zucker, so erfolgt sie langsam und unvollständig.

10) Setzt man einer gährenden Flüssigkeit eine gewisse Menge Weingeist zu, so hört sie auf zu gähren. Die Menge des Weingeistes, welche diesen Effekt bewirkt, ist abhängig von der Temperatur der gährenden Mischung, je niedriger diese ist, um so weniger Weingeist reicht hin, die Gährung zu hemmen.

11) Ebenso wie Weingeist wirken ätherische Oele, unorganische Säuren, Alkalien und viele andere Körper, dagegen wirkt ein kleiner Gehalt an organischen Säuren beschleunigend.

12) Bestimmt man die Menge des Traubenzuckers, welche in einer gährenden Lösung verschwunden ist, und die Quantität des erzeugten Weingeistes und der entwichenen Kohlensäure, so findet man, daß die Summe dieser genau so viel wiegt wie jener im wasserfreien Zustand. Und zwar erhält man von 100 Theilen wasserfreiem Traubenzucker 48,89 Kohlensäure und 51,11 wasserfreien Weingeist, — von 100 Thln. krystallisirtem ($C_{12}H_{12}O_{12} + 2\,aq.$) aber, in welchem 90,91 Proc. wasserfreier enthalten sind, nur 44,46 Kohlensäure und 46,45 Weingeist. 44,46 und 46,45 sind aber zusammen 90,91.

13) Beobachtet man zwei gährungsfähige Mischungen, von denen die eine Rohr- die andere Traubenzucker enthält, unter gleichen Umständen, so findet man, daß diese schneller in Gährung überzugehen beginnt als jene, und unterbricht man die kaum in Gährung gekommene Rohrzuckerlösung, so findet man bei der Untersuchung, daß sie eine beträchtliche Menge Traubenzucker enthält.

14) Keine andere Flüssigkeit, als eine Zuckerlösung, ist gährungsfähig.

Aus diesen Erfahrungssätzen lassen sich folgende Schlüsse ziehen.

Zuvor sei bemerkt, daß man eine der Luft ausgesetzt gewesene Eiweiß-, Legumin- oder Pflanzenleimlösung Ferment heißt, und vorläufig mitgetheilt, daß die Zusammensetzung des wasserfreien Weingeistes durch die Formel $C_4H_6O_2$ ausgedrückt wird.

3. Schlüsse aus den Erfahrungen.

§. 264.

I.

Zur geistigen Gährung ist erforderlich:

a. eine Traubenzuckerlösung von geeigneter Concentration;

b. eine die Gährung einleitende Substanz, vgl. §. 12. c.
Als solche haben wir kennen gelernt:
α. Ferment.
β. Hefe.
Nicht gährungserregend wirkt: zersetzte Hefe.

c. Geeignete Temperatur und die Abwesenheit eines gährungshemmenden Stoffs, oder genauer, einer gewissen Menge desselben.

II.

Die geistige Gährung besteht in:

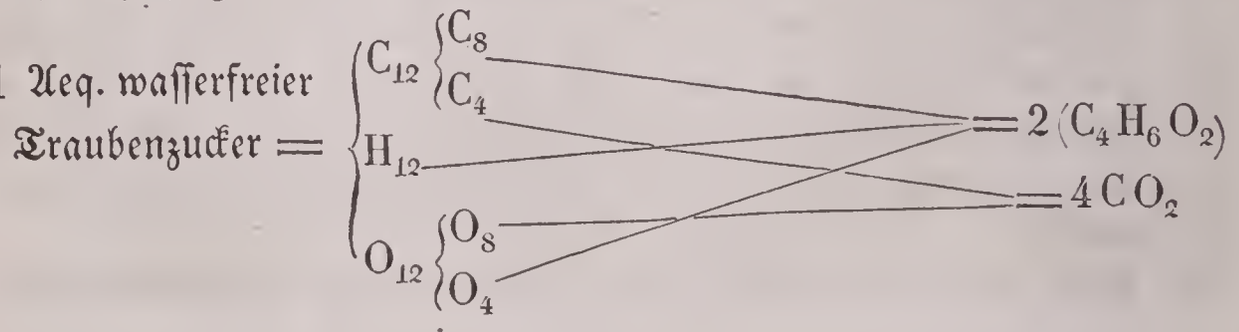
a. einem Zerfallen von Zucker in seine Bestandtheile und einer Wiedervereinigung derselben zu Weingeist und Kohlensäure.

b. einer Veränderung
α. von Ferment, in Folge welcher Hefe entsteht,
β. von Hefe, in Folge welcher zersetzte Hefe entsteht.

Diese Veränderung und Umsetzung des Ferments oder der Hefe ist die Veranlassung der Zuckerzersetzung.

III.

Das Zerfallen des Zuckers, und die Entstehung von Kohlensäure und Weingeist muß sich, da die Analyse keinen Verlust eines Bestandtheiles nachweist, in einem Formel-Schema darstellen lassen. Dieses ist folgendes:



IV.

Die Gährung dauert fort, entweder:

a. bis aller Zucker zersetzt ist, oder
b. bis alles Ferment oder alle Hefe zu zersetzter Hefe geworden, oder
c. bis eine Hemmung eintritt.

Eine solche aber kann erfolgen:

aa. durch Temperatur-Erhöhung oder -Erniedrigung;
bb. durch Bildung einer geeigneten Menge Weingeist.

Findet das letztere Statt, wie dies z. B. bei guten Weinen immer der Fall ist, so tritt bei Temperatur-Erhöhung von Neuem Gährung ein, weil die gebildete Weingeistmenge nur bei der ursprünglichen Temperatur die Gährung zu hemmen im Stande ist. Diese neu eintretende Gährung dauert aber (wenn die sonstigen Bedingungen nicht fehlen) fort, bis die Weingeistmenge so bedeutend geworden, daß sie auch bei der erhöhten Temperatur die Gährung zu hemmen vermag. Auf diesem Verhalten beruht die Nachgährung des Weins (s. u. Abtheil. IV.).

V.

Der Gährung geht voraus:

bei Gegenwart von Rohrzuckerlösung eine Verwandlung des Rohrzuckers in Traubenzucker unter Einfluß von Ferment oder Hefe. — Dieser Proceß findet jedoch nicht in der Art Statt, daß zuerst aller Rohrzucker in Traubenzucker verwandelt wird, und daß dann die Gährung beginnt, sondern sowie ein Theilchen Traubenzucker gebildet ist, beginnt die Gährung und beide Processe verlaufen alsdann neben einander.

II. Produkte der geistigen Gährung.

§. 265.

Wenn man verschiedene gegohrne Flüssigkeiten einer genaueren Prüfung unterwirft, ja schon, wenn man sie schmeckt oder daran riecht, so findet man wesentliche Verschiedenheiten. Manche haben im Verlaufe der Gährung einen lieblichen Geruch angenommen, andere einen unangenehmen, — manche haben eine bei andauerndem Genuß nachtheilige Wirkung erhalten, andere nicht oder in weit geringerem Grade. Da wir nun aus Obigem ersehen haben, das Wesen der geistigen Gährung bestehe darin, daß Zucker unter dem Einflusse von Ferment oder Hefe in Weingeist und Kohlensäure zer-

falle, — da demnach durch die Gährung in allen Flüssigkeiten, so weit wir aus dem früheren wissen, das Nämliche vorgeht und erzeugt wird, so müssen die vorliegenden Thatsachen mit Recht auffallend erscheinen. Sie werden auch in der That nicht bedingt durch die eigentlichen Gährungsprodukte: Weingeist, Hefe ꝛc., sondern durch anderweitige im Verlauf der Gährung gebildete Verbindungen, die nicht (oder nicht allein) aus Zucker, sondern aus anderen Bestandtheilen der Moste ꝛc., wahrscheinlich der Hauptsache nach aus fetten und ätherischen Oelen, unter dem Einflusse des sich umsetzenden Ferments und Zuckers zu entstehen scheinen. Man kann sie Nebenprodukte der Gährung nennen, während Weingeist ꝛc. Hauptprodukte derselben sind.

A. Hauptprodukte der Gährung.

a. Hefe.

§. 266.

Die aus den gelösten stickstoffhaltigen Bestandtheilen gährender Flüssigkeiten (Eiweiß, Legumin ꝛc.) im Verlaufe der Gährung entstehende unlösliche Substanz heißt man, wie erwähnt, Hefe, wenn sie die Eigenschaft besitzt, eine Zuckerlösung, unter sonst geeigneten Bedingungen, in Gährung zu versetzen. Unterhefe nennt man die auf dem Boden der Gährgefäße sich absetzende, Oberhefe die sich auf der Oberfläche abscheidende.

Betrachtet man Hefe unter einem starken Mikroskope, so erkennt man, daß sie aus lauter runden Kügelchen besteht, die in der Mitte einen Punkt haben. Dieselben unterscheiden sich durch nichts von den Pflanzenzellen und sind demnach als solche zu betrachten. Behandelt man sie mit verdünnter Kalilauge, so löst sich darin eine Schwefel und Stickstoff enthaltende, dem Pflanzeneiweiß ähnliche Substanz, während ein anderer Theil der Hefe zurückbleibt. Betrachtet man diesen in Kalilauge unlöslichen Theil neuerdings unter starker Vergrößerung, so ersieht man, daß er aus den Zellenhüllen besteht; seine Zusammensetzung wird durch die Formel $C_{12} \cdot H_{10} O_{10}$ ausgedrückt. — Aus dem Mitgetheilten ergiebt sich somit, daß die Hefenzellen aus einer Haut bestehen, welche der Zellsubstanz, und einem Inhalte, der dem Eiweiß, Legumin ꝛc. nahe steht. Bei der Gährung nimmt nur der Zelleninhalt thätigen Antheil, die Hüllen bleiben unverändert zurück und stellen das dar, was wir oben zersetzte Hefe genannt haben. Was aus dem Zelleninhalte im Verlauf der Gährung wird, ist so gut wie unbekannt; das allein steht fest, daß aus einem Theil seiner Bestandtheile Ammonium-

oxyd gebildet wird, welches man, verbunden mit den vorhandenen organischen Säuren, in gegohrnen Flüssigkeiten stets findet. — Ebensowenig ist es bekannt, wie die Hefenzellen entstehen, desgleichen nicht allgemein anerkannt, daß es der Sauerstoff der Luft ist, der aus gelöstem Eiweiß, Legumin ꝛc. Ferment macht *), und ferner nicht erwiesen, aus welcher Substanz die stickstofffreien Hüllen der Hefenzellen sich bilden. Das aber ist gewiß, daß die geistige Gährung durch die Gegenwart von Hefenzellen nicht bedingt sein muß (denn auch Ferment, im oben erläuterten Sinne, in dem sich keine Spuren von Hefenzellen finden, erregt Gährung), wohl aber bedingt sein kann.

Auch der Unterschied zwischen Ober- und Unterhefe ist chemisch nicht mit Gewißheit festgestellt. Erstere bildet sich vorzugsweise dann, wenn die gährende Flüssigkeit bei höherer Temperatur, daher stürmischer, gährt, — letztere, wenn die Gährung bei niederer Temperatur, daher langsamer, verläuft. — Die Oberhefe, einer Zuckerlösung zugesetzt, ist geneigter, wiederum eine stürmische, die Unterhefe dagegen eine langsamere Gährung hervorzurufen.

Die gährungserregende Kraft der Hefe wird aufgehoben, wenn man dieselbe bei 100° trocknet oder anhaltend mit Wasser kocht, desgleichen wenn man sie mit starkem Weingeist, Terpentinöl, Quecksilber- oder Kupfersalzlösungen ꝛc. in Berührung bringt. Dagegen erhält sie sich lange, wenn man sie durch Auspressen von Flüssigkeit möglichst befreit und bei niederer Temperatur mäßig austrocknet (Preßhefe).

b. Alkohol (Weingeist).

§. 267.

a. Darstellung und Eigenschaften. Wenn man gegohrne Flüssigkeiten mit dem Pulver frisch geglühter Holzkohlen in Berührung läßt, so verlieren sie ihren eigenthümlichen Geruch und behalten nur einen schwach geistigen; trennt man sie alsdann durch Abgießen oder Filtriren von den Kohlen und destillirt sie, so erhält man in allen Fällen farblose, geistig schmeckende Destillate, welche jedoch in Bezug auf die Stärke ihres Geschmackes, auf Brennbarkeit ꝛc. noch bedeutende Unterschiede zeigen. Da man jedoch, durch

*) Aus den neu mitgetheilten Versuchen von Döpping und Struve geht jedoch — entgegen den Versuchen von Helmholtz — mit großer Bestimmtheit hervor, daß, wie Gay-Lussac zuerst aufgestellt, der Sauerstoff allerdings den ersten Anstoß zur Gährung giebt und nicht, wie Helmholtz meinte, faulige Aushauchungen oder Keime organischer Wesen.

Zumischen von Wasser zu den stärkeren, Flüssigkeiten herstellen kann, die mit den schwächeren ganz identisch sind, so liegt der Schluß nahe, daß die beobachteten Verschiedenheiten nur in ungleichem Wassergehalt der Destillate begründet seien. Dieser Schluß wird auf's vollkommenste bestätigt, wenn man die einzelnen Flüssigkeiten allmälig mit so viel entwässertem schwefelsaurem Kupferoxyd zusammenbringt und schüttelt, daß die zuletzt eingetragenen Portionen ihre weiße Farbe nicht mehr verlieren, dann abfiltrirt und auf's Neue destillirt; denn jetzt, nachdem durch den entwässerten Kupfervitriol den Flüssigkeiten alles entziehbare Wasser entzogen ist, zeigen sich die Destillate in der That vollkommen identisch. — Sie stellen farblose, stark geistig riechende, sehr brennend schmeckende, leicht entzündliche und mit blasser Flamme vollständig verbrennende, schon bei 78° siedende, an der Luft verdunstende, bei keinem bekannten Kältegrad erstarrende Flüssigkeiten von 0,793 spec. Gew. (bei 17,5° C.) dar, und sind wasserfreier Weingeist oder Alkohol.

Alle gegohrnen Flüssigkeiten verdanken demnach ihren geistigen Geruch und Geschmack, sowie ihre berauschende Wirkung einem Gährungsprodukte, dem Alkohol, welcher vollkommen gleich ist, er mag herrühren aus welcher gegohrnen Flüssigkeit es auch sein mag.

b. Zusammensetzung. Der wasserfreie Weingeist besteht in 100 Thln. aus 52,18 Thln. Kohlenstoff, 13,04 Wasserstoff und 34,78 Sauerstoff. Seine Zusammensetzung wird durch die Formel $C_4H_6O_2$ ausgedrückt. Warum man die Verhältnisse zwischen den Aequivalenten gerade durch 4, 6 und 2 und nicht durch 2, 3 und 1 ausdrückt, werden wir unten (beim Aether) sehen.

c. Verbindungen. Der Alkohol mischt sich mit Wasser in allen Verhältnissen; eine solche Mischung nennt man wasserhaltigen Weingeist. Derartige Flüssigkeiten werden, wie bekannt, ihres ausgedehnten Verbrauchs wegen, im Großen dargestellt, kommen im Handel bald rein, bald mehr oder weniger mit riechenden Substanzen (Fuselöl) beladen, vor, und führen je nach ihrer Stärke die Namen Branntwein, rektificirter Weingeist (Spiritus) und rektificirtester Weingeist (Spiritus). — Wasserfreien Weingeist nennt man auch absoluten Weingeist oder Alkohol. — Die wasserhaltigen Flüssigkeiten werden aber aus leicht einzusehenden Gründen nicht durch Mischen von wasserfreiem Weingeist mit Wasser, sondern auf weit einfachere Weise gewonnen. —

Die Darstellung beruht auf der verschiedenen Flüchtigkeit des Weingeistes und Wassers, welche sich auch bei Erhitzung einer Mischung noch geltend macht. Bringt man nämlich eine solche zum Kochen, während man gleichzeitig die Temperatur beobachtet, so

findet man, daß der Siedepunkt sich nicht gleich bleibt, sondern stets höher wird, bis er endlich auf 100° stehen bleibt; und untersucht man das am Anfang, in der Mitte und zuletzt übergegangene Destillat, so zeigt das erste einen weit größeren Alkoholgehalt, als das zweite, und das letzte ist, wenn es erst von dem Zeitpunkte an aufgefangen wurde, bei welchem das Thermometer 100° zeigte, reines Wasser. — Aus der folgenden Tabelle, welche Gröning entworfen hat, ergiebt sich das Gesagte recht deutlich.

Alkoholgehalt der siedenden Flüssigkeit in Volumproc.	Siedepunkt derselben		Alkoholgehalt der entweichenden Flüssigkeit in Volumproc.
	Grade R.	Grade C.	
92	61,75	77,2	93
90	62	77,5	92
85	62,25	77,8	91
80	62,50	78,1	90,5
75	63	78,7	90
70	63,25	79,1	89
65	64	80	87
50	65	81,2	85
40	66	82,5	82
35	67	83,7	80
30	68	85	78
25	69	86,2	76
20	70	87,5	71
18	71	88,7	68
15	72	90	66
12	73	91,2	61
10	74	92,5	55
7	75	93,7	50
5	76	95	42
3	77	96,2	36
2	78	97,5	28
1	79	98,7	13
0	80	100	0

Hat man nun eine gegohrne Flüssigkeit, die 10 Proc. Alkohol enthält, somit bei 92,5 C. siedet, und man destillirt sie ab, bis ihr Siedepunkt 100° ist, so ist aller Alkohol übergegangen, mit demselben aber begreiflicherweise auch eine bedeutende Menge Wasser, daher ist das Destillat (Branntwein) schwach. — Nehmen wir an, es enthalte 30 Proc. Alkohol. — Destillirt man das nun bei 85° C. siedende wiederum, bis der Siedepunkt 100° geworden, so erhält man ein stärkeres Destillat, im Rückstand bleibt Wasser, — und

destillirt man dieses in derselben Weise nun nochmals, so wird es, weil wiederum Wasser zurückbleibt, neuerdings stärker. — Noch schneller aber erreicht man begreiflicherweise dasselbe Ziel, wenn man den Branntwein nicht bis auf's letzte, sondern nur bis zu einem gewissen Grade abdestillirt. — Absoluter Alkohol läßt sich jedoch auf diesem Wege nicht erhalten; der höchste Grad, der sich erreichen läßt, ist Weingeist von 93 Proc. Alkoholgehalt. Bei diesem Gehalte destillirt nämlich der Weingeist fast unverändert über, da ein Weingeist von 94 bis 96 Proc. merkwürdigerweise einen noch etwas tieferen Siedepunkt hat, als absoluter Alkohol.

Um den Gehalt eines wässerigen Weingeistes an Alkohol zu erfahren, braucht man, wie sich aus dem Mitgetheilten ergiebt, nur den Siedepunkt der Flüssigkeit zu bestimmen. Diese Methode wäre aber für den praktischen Gebrauch zu umständlich; man benutzt daher zu dem genannten Zwecke lieber eine andere Erfahrung, nämlich die, daß das specifische Gewicht eines wässerigen Weingeistes um so geringer ist, je größer sein Alkoholgehalt. — Da sich nun aber beim Vermischen von Alkohol mit Wasser eine bedeutende Raumverminderung, die bei verschiedenen Verhältnissen nicht gleichbleibend ist, ergab, so konnte man das specifische Gewicht der Mischungen von verschiedenem Alkoholgehalt nicht von vorn herein berechnen, sondern man mußte für jede Mischung dasselbe durch einen Versuch finden. Dadurch erlangte man alsdann eine Tabelle, aus der man den Weingeistgehalt einer unbekannten Alkoholmischung nun allerdings alsobald ersehen konnte, sofern man nur ihr spec. Gewicht wußte. Solche Tabellen sind in der Abtheilung IV. mitgetheilt.

Zur Bestimmung des spec. Gewichtes bedient man sich in der Praxis gewöhnlich der Aräometer oder Senkwagen, welche dasselbe unmittelbar ablesen lassen. — Den Alkoholgehalt drückt man bald in Raumtheilen (Volumprocenten), bald in Gewichtstheilen (Gewichtsprocenten) aus; im ersten Falle bedient man sich der hinten angehängten ersten, im andern Falle der zweiten Tabelle. Niemals aber darf man vergessen, daß diese Tabellen sich nur auf die bei den dort mitgetheilten Temperaturen gefundenen spec. Gewichte beziehen.

Außer den Aräometern, welche das spec. Gewicht des Weingeistes angeben, hat man in der Praxis auch sogenannte Branntweinwagen. Dieselben geben entweder durch die Grade, bis zu welchen sie in einem Weingeist (von bestimmter Temperatur) einsinken, die Volum- oder Gewichtsprocente an Alkohol unmittelbar an (Alkoholometer von Tralles, von Gay-Lussac), oder sie haben eine ganz willkürliche Eintheilung; so bezeichnet z. B. Cartier den Punkt, bis zu welchem seine Wage in Wasser einsinkt, mit 10, den, bis zu welchem

sie in absolutem Weingeist einsinkt, mit 44 und theilt den Zwischenraum in 34 Grade. —

In ähnlicher Weise, wie aus dem Siedepunkt und spec. Gewicht, kann man auch aus dem Lichtbrechungsvermögen eines Weingeistes seine Stärke ableiten, da dasselbe um so geringer ist, je größer der Wassergehalt.

Der Alkohol vereinigt sich auch mit vielen anderen Substanzen zu Mischungen, mit einigen auch zu chemischen Verbindungen (Alkoholaten), so mischt er sich mit ätherischen und einigen fetten Oelen, so löst er Säuren, Basen, Salze, Harze, Zucker, Pflanzenleim ꝛc. auf und findet dadurch sowohl in der chemischen Analyse zur Unterscheidung und Trennung vieler Körper, wie auch in den Künsten und Gewerben zur Darstellung von Firnissen, Polituren, Parfümerieen, und in der Pharmacie zur Bereitung von geistigen Auszügen (Tinkturen) ꝛc. sehr ausgedehnte Anwendung. In der Regel wird jedoch kein absoluter, sondern ein Weingeist von 80 bis 90 Proc. verwendet. — Die Brennbarkeit des Weingeistes macht ihn ferner für Erhitzungen in kleinerem Maßstabe in der Chemie und Haushaltung zu einem beliebten Brennmaterial, und durch seine Eigenschaft, thierische Substanzen durch Wasserentziehung unverändert zu erhalten, giebt er zur Aufbewahrung von anatomischen Präparaten, Fischen, Amphibien ꝛc. ein vortreffliches Mittel ab.

Auf die Darstellung desselben im Großen kommen wir in der Abtheilung IV. zurück.

d. Zersetzungsprodukte des Alkohols.

1. Aether.

§. 268.

Mischt man 1 Theil starken Weingeist mit 1 Theil Schwefelsäurehydrat, so bildet sich eine saure Flüssigkeit, die das saure Salz einer Basis enthält, welche aus 4 Aeq. Kohlenstoff, 5 Aeq. Wasserstoff und 1 Aeq. Sauerstoff besteht und den Namen Aethyloxyd oder Aether bekommen hat. Die Zusammensetzung des sauren Salzes wird durch die Formel $C_4H_5O, SO_3 + HO, SO_3$ ausgedrückt. Erhitzt man die Flüssigkeit zum Sieden, d. i. auf 140°, so zerfällt das genannte saure Salz. Das Aethyloxyd verflüchtigt sich nebst einer Portion Wasser, die Schwefelsäure bleibt, mit dem übrigen Wasser verbunden, zurück. Nimmt man das Erhitzen in einem Destillirapparat vor, so erhält man in der Vorlage zwei Schichten, eine untere wässerige und eine obere leichte, sehr bewegliche, stark und erquickend riechende, höchst brennbare, welche durch einen Scheide-

trichter von dem Wasser leicht getrennt und durch Destillation über Kalk vollkommen rein erhalten werden kann. Es ist die genannte Basis das Aethyloxyd, oder der Aether. — Das specifische Gewicht desselben ist nur 0,713 bei 20°, er siedet schon bei 35,6° C., verflüchtigt sich bei gewöhnlicher Temperatur rasch, erstarrt bei keinem Kältegrad, verändert Pflanzenfarben nicht. Der Aether und namentlich seine Dämpfe fangen überaus leicht Feuer; mit Luft gemengt liefern die Aetherdämpfe ein bei Entzündung heftig explodirendes Gasgemenge, daher der Aether mit großer Vorsicht gehandhabt werden muß. In der Medicin findet der Aether als belebendes Mittel rein und mit Weingeist gemischt (Hofmann'sche Tropfen) häufige Anwendung; in der neueren Zeit läßt man auch mit Luft gemengte Aetherdämpfe einathmen, um, bei Operationen, die Patienten in einen gegen Schmerz abstumpfenden Rausch zu versetzen.

Im Großen bereitet man den Aether nicht auf die oben angegebene Art, sondern auf eine etwas abweichende. Man erhitzt nämlich eine Mischung von 9 Theilen Schwefelsäurehydrat und 5 Theilen Weingeist von 85 Procent in einer Retorte, und läßt durch eine geeignete Vorrichtung in die stets kochende Flüssigkeit gerade so viel Weingeist nachtröpfeln, als Aether und Wasser überdestillirt. Auf diese Art läßt sich die Aetherbereitung ohne Unterbrechung sehr lange fortsetzen.

Der Aether verbindet sich im Entstehungsmoment mit Sauerstoffsäuren zu, den Sauerstoffsalzen entsprechenden, Verbindungen; so erhält man durch Destillation von Schwefelsäurehydrat, Weingeist und kleesaurem Kali oxalsauren Aether, — so bei Zusatz eines essigsauren Salzes zu der Aethermischung essigsauren Aether (Essigäther) u. s. w. Der Aether verhält sich demnach wie eine Sauerstoffbase, und man hat ein Recht, ihn als die Sauerstoffverbindung eines zusammengesetzten Radikals, des Aethyls, C_4H_5, zu betrachten, und zwar ein um so größeres, da sich auch die dem Oxyd entsprechenden Chlor-, Brom-, Jod-, Schwefel-, Cyan- ꝛc. Verbindungen des Aethyls darstellen lassen. — Die meisten Aethylverbindungen haben einen starken, viele einen erquickenden Geruch. Es ist wahrscheinlich, daß Aetherarten den Geruch der Früchte bedingen, wenigstens hat man Ursache, den der Quitten z. B., dem önanthsauren Aether (s. u.) zuzuschreiben.

In Bezug auf alle diese Verbindungen ist zu merken, daß sich keine einzige unmittelbar, d. i. durch bloßes Zusammenmischen des Aethers mit Sauerstoff- oder Wasserstoffsäuren darstellen läßt, — ferner, daß in keiner Aethylverbindung bei gewöhnlicher Temperatur

Säure, Salzbildner, Aethyloxyd oder Aethyl ersetzbar ist durch andere Säuren, Salzbildner, Oxyde oder Metalle, wenn die Aetherarten mit anderen Salzen zusammengebracht werden; daß also z. B. oxalsaurer Aether in weingeistiger Lösung (in Wasser ist er unlöslich) sich nicht zersetzt bei Zusatz einer weingeistigen Kalksalzlösung unter Bildung von oxalsaurem Kalk. — Bringt man aber Aethyloxydsalze oder Aethylhaloidsalze mit Kali- oder Natronhydrat zusammen, so werden sie schon bei gewöhnlicher, schneller bei höherer Temperatur, zerlegt, es entsteht ein Kali-Sauerstoff-, oder Kaliumhaloidsalz der vorhandenen Säure oder des Salzbildners, und der Aether wird abgeschieden; aber er vereinigt sich im Moment der Abscheidung mit dem Hydratwasser des Alkali's und bildet: Alkohol. Dieser Versuch zeigt uns, was der Alkohol ist und wie seine Formel geschrieben werden muß.

Er ist nichts anderes als das Hydrat des Aethers oder Aethyloxyds, seine wissenschaftliche Benennung demnach Aethyloxydhydrat und seine Formel $C_4H_5 . O, HO$.

2. Aldehyd und Essigsäure.

§. 269.

Läßt man einen wässerigen Weingeist, welche Stärke er auch haben mag, bei beliebigem Wärmegrad mit Luft in Berührung, so verändert er sich nicht im mindesten; verfährt man dagegen auf gleiche Weise mit Wein, Aepfelwein, Bier, Branntweinmeische, so findet man, daß sie sich zwar bei niederen Temperaturen unverändert erhalten, bei gewöhnlicher aber, am schnellsten bei 24 — 30° C., sauer werden und allmälig in das übergehen, was man Essig nennt. — Bringt man nun irgend einen, gleichgültig welchen, von diesen Essigen in eine Retorte und erhitzt ihn zum Kochen, so erhält man ein farbloses, angenehm sauer schmeckendes und sauer reagirendes Destillat. Die im Essig enthaltene Säure, die Essigsäure, ist also flüchtig und destillirbar. Sättigt man den destillirten Essig mit Basen, so erhält man Salze, welche, wie z. B. das Natron-, das Bleioxyd-, Kupferoxydsalz, in schönen Krystallen anschießen; und destillirt man ein solches Salz, nach völligem Austrocknen, mit Schwefelsäurehydrat, so erhält man die Essigsäure in concentrirter Form als eine wasserhelle, mit Wasser in allen Verhältnissen mischbare Flüssigkeit von durchdringendem Geruch und beißend saurem Geschmack, deren Dampf entzündlich ist und welche unter + 17° C. zu wasserhellen blättrigen Krystallen erstarrt.

Verdünnt man eine gewogene Menge derselben mit Wasser und sättigt die Mischung mit einer gewogenen Menge Natron genau,

dampft ab und wägt das völlig ausgetrocknete Salz, so findet man, daß es weniger wiegt als die beiden Bestandtheile, und zwar fehlt für 1 Aeq. Natron 1 Aeq. Wasser. Daraus ist zu ersehen, daß die concentrirteste Essigsäure nicht die reine Säure, sondern ihr Hydrat ist. Die reine Säure läßt sich nicht darstellen. — Die Zusammensetzung des essigsauren Natrons, welches kein Wasser mehr enthält, wird durch die Formel $NaO, C_4H_3O_3$ ausgedrückt. $C_4H_3O_3$ ist also wasserfreie Essigsäure; man schreibt statt der längeren Formel meist als Symbol $\overline{A}$. Das Essigsäurehydrat aber ist $C_4H_3O_3, HO$ oder $\overline{A}, HO$.

Da man Essigsäure in einer Flüssigkeit nur dann sich bilden sieht, wenn darin Weingeist enthalten ist, so liegt der Schluß nahe, daß die Essigsäure aus dem Weingeist entstehe, — und da die Essigsäurebildung nur bei Sauerstoffzutritt erfolgt, so wird man zu der Meinung geführt, daß die Essigsäure ein Oxydationsprodukt des Weingeistes sein müsse. Vergleicht man aber die Formel des Weingeistes mit der des Essigsäurehydrats, d. i. $C_4H_6O_2$ mit $C_4H_4O_4$, so ersieht man, daß die Sache so einfach doch nicht sein könne. — Wie sie ist, weiß man aber auf's genaueste, man hat es durch folgende Erfahrungen, Versuche und Schlüsse gefunden.

1. Essigsäure entsteht aus Weingeist nur dann:
   a. wenn Luft oder Sauerstoff Zutritt hat;
   b. wenn die Temperatur geeignet ist ($18-30^0$), und
   c. wenn ein Körper da ist, welcher die Einwirkung des Sauerstoffs auf den Weingeist vermittelt.

Daß das letztere nothwendig ist, ergiebt sich daraus, daß reiner Branntwein auch unter sonst geeigneten Bedingungen nicht sauer wird. Daß aber die im Wein, Bier ꝛc. enthaltenen organischen Materien (Eiweiß, Zucker, Gummi ꝛc.) die Säuerung in der That vermitteln, fand man dadurch, daß sich reiner Branntwein sogleich zu säuren anfing, als man ihm Malzextract, Honig, Hefe, Weintrester oder dergl. zusetzte; und daß die Thätigkeit dieser Körper keine andere ist, als die, den Sauerstoff aus der Luft aufzusaugen und ihn dem Weingeist in einem verdichteten Zustand darzubieten, bewies man mit vielem Scharfsinn, indem man zeigte, daß auch Platinschwarz (welches unmöglich auf eine andere Weise, als durch sein Sauerstoffverdichtungsvermögen wirken kann) die Ueberführung des Weingeistes in Essig, und zwar sehr wirksam, vermittelt.

2. Bei dem Uebergang des Weingeistes in Essig bemerkte man (sehr deutlich, wenn man denselben durch Platinschwarz vermittelte), daß die Flüssigkeit in einer gewissen Periode einen ganz eigenthüm-

lichen, die Brust beengenden Geruch zeigte, welcher weder dem Weingeist, noch der Essigsäure, noch auch einer Mischung beider angehören konnte, und der bald verschwand, wenn die Flüssigkeit länger mit der Luft in Berührung blieb. Es schien demnach, daß der Weingeist nicht unmittelbar in Essigsäure übergehe, sondern daß zwischen beiden der riechende Körper als Mittelglied stehe. Diese Voraussetzung wurde zur Gewißheit, als es gelang, den riechenden Körper darzustellen.

Derselbe bildet sich nämlich bei Destillation von Weingeist mit verdünnter Schwefelsäure und Manganhyperoxyd, stellt im reinen Zustand eine farblose Flüssigkeit von erstickendem Geruch dar, welche schon bei 22° siedet und sehr brennbar ist. Sie mischt sich mit Wasser und Weingeist und geht an der Luft unter Sauerstoffaufnahme sehr rasch in Essigsäure über. Ihre Zusammensetzung wird durch die Formel $C_4H_4O_2$ ausgedrückt, und ihre Bildung aus dem Weingeist erklärt sich somit ganz einfach; denn die Verbindung entsteht, indem dem Alkohol 2 Aeq. Wasserstoff entzogen werden, welche sich mit dem dargebotenen Sauerstoff zu Wasser vereinigen und als solches aus der Verbindung austreten; ebenso einfach ist ihr Uebergang in Essigsäurehydrat, denn er erfolgt durch bloßen Zutritt von 2 Aeq. Sauerstoff. — Weil die besprochene Verbindung aus dem Alkohol durch Entziehung von Wasserstoff entsteht, *Alkohol dehydrogenatus* (entwasserstoffter Alkohol ist), hat man ihr den Namen Aldehyd gegeben.

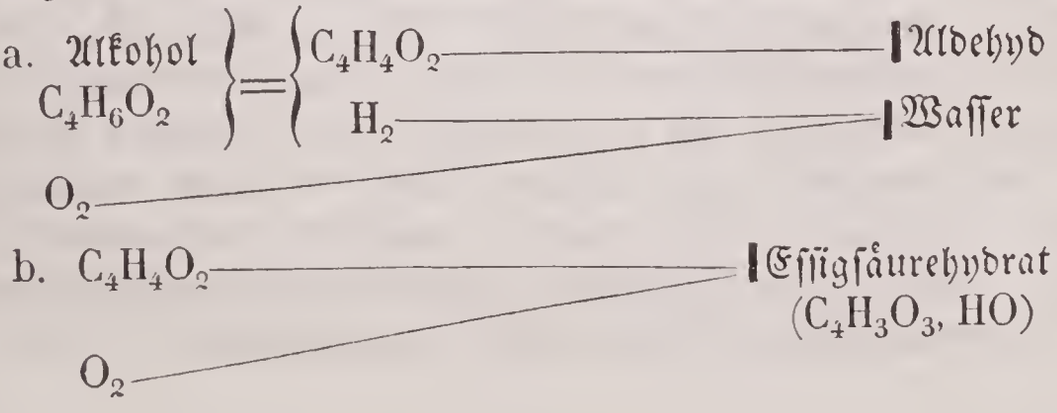
Der Uebergang des Weingeistes in Essigsäure zerfällt, wie sich aus dem Gesagten ergiebt, in zwei Abtheilungen.

a. Uebergang des Weingeistes in Aldehyd,

b. Uebergang des Aldehyds in Essigsäure.

Der erste Proceß ist es, der die oben angeführten Bedingungen alle: nämlich Luft (Sauerstoff), — geeignete Temperatur und sauerstoffübertragende Substanz, verlangt, — der zweite verläuft ohne Weiteres und bei allen Temperaturen, sofern nur genug Sauerstoff vorhanden ist.

Folgende Schemata mögen die Processe erläutern:



Die Darstellung des Essigs im Großen und seine Prüfung wird in der Abtheilung IV. besprochen werden; hier haben wir noch die Salze der Essigsäure zu betrachten.

Essigsaure Salze.

§. 270.

Dieselben sind meist in Wasser leicht löslich, alle werden beim Glühen zerlegt; oft entweicht dabei Essigsäurehydrat, stets die Dämpfe einer eigenthümlichen flüchtigen und brennbaren Flüssigkeit, die man Essiggeist oder Aceton nennt, und Kohlensäure. Die Basen bleiben je nach ihrer Natur als kohlensaures Oxyd, reines Oxyd oder Metall zurück. — Mit Schwefelsäurehydrat erwärmt, liefern alle essigsauren Salze Essigsäurehydrat, und mit Schwefelsäurehydrat und Alkohol Essigäther. An diesem Verhalten sind sie leicht zu erkennen.

Das essigsaure Kali ($KO,\overline{A}$) stellt ein aus kleinen Krystallschuppen bestehendes, an der Luft schnell zerfließendes Salz dar. — Das essigsaure Natron ($NaO,\overline{A}$) krystallisirt in Verbindung mit 6 Aeq. Wasser in wasserhellen Säulen, welche an der Luft verwittern, — beide, wie auch das essigsaure Ammon, haben einen milde salzigen Geschmack und sind officinell.

Das essigsaure Eisenoxyd zeichnet sich in Lösung durch seine intensiv rothe Farbe aus. Essigsaure Salze mit Eisenchloridlösung vermischt liefern daher rothe Flüssigkeiten.

Mit Bleioxyd verbindet sich die Essigsäure in vier Verhältnissen. Zwei der daraus hervorgehenden Salze interessiren uns wegen ihres Gebrauchs in der Medicin und Chirurgie, wie auch in der Technik einigermaßen. Die eine ist das neutrale Salz, der sogenannte Bleizucker ($PbO,\overline{A}$), welcher fabrikmäßig durch Auflösen von Bleiglätte oder Blei (wobei der Sauerstoff der Luft die Oxydbildung bedingt) in Essigsäure (meist Holzessigsäure, s. u.) dargestellt wird, und in Verbindung mit 3 Aeq. Krystallwasser in weißen säulenförmigen Krystallen von widerlich süßem zusammenziehendem Geschmack anschießt; — die andere ist das drittel essigsaure Bleioxyd, $3\,PbO,\overline{A}$, welches in gelöstem Zustande unter dem Namen Bleiessig oder Bleiextract bekannt ist und durch Kochen oder Digeriren von Bleiglätte mit Bleizuckerlösung erhalten wird. — Beide Bleisalze sind wichtige Arzeneimittel, aber auch, unvorsichtig angewendet, heftige Gifte. — Daß auf der Zersetzung des Bleiessigs durch Kohlensäure die Bleiweißdarstellung beruht, wurde oben erwähnt.

Mit Kupferoxyd bildet die Essigsäure ebenfalls vier verschiedene Verbindungen, von denen wir zwei, ihrer Anwendung in Pharmacie und Gewerben halber, kennen lernen wollen. Die eine ist basisch- und zwar halbessigsaures Kupferoxyd ($CuO, \overline{A} + CuO, HO$). Sie kommt in Verbindung mit 5 aq. im Handel vor, heißt Grünspan und wird fabrikmäßig dargestellt, indem man Kupferbleche mit in Säuerung begriffenen Weintrestern, oder mit durch Essig befeuchteten Tüchern schichtet, 4—6 Wochen lang liegen läßt, die gebildeten grünen Krusten des Salzes abkratzt, mit Essig zum Teig macht und in Formen drückt. Der Grünspan stellt eine grüne, zähe, zusammenhängende Substanz dar, welche in Wasser zerfällt, indem sich lösliches $^2/_3$ essigsaures und unlösliches $^1/_3$ essigsaures Kupferoxyd bildet. — Löst man Grünspan in Essigsäure, so erhält man beim Abdampfen und Abkühlen neutrales essigsaures Kupferoxyd, $CuO, \overline{A}$, und zwar je nach der Temperatur, bei welcher die Krystallisation erfolgte, verbunden mit 1 aq. in grünen, oder mit 5 aq. in blauen Krystallen. Die grünen wie blauen Krystalle lösen sich in Wasser.

Löst man gleiche Theile arsenige Säure und neutrales essigsaures Kupferoxyd in kochendem Wasser, mischt die Lösungen, verdünnt sie mit Wasser und läßt ruhig stehen, so erhält man die prächtige, aber sehr giftige Farbe, die als Schweinfurter Grün in den Handel kommt, und eine Verbindung von essigsaurem und arsenigsaurem Kupferoxyd, $CuO, \overline{A} + 3\,(CuO, AsO_3)$, ist.

B. Nebenproducte der Gährung.

§. 271.

Wir haben oben erwähnt, daß die aus verschiedenen Mostarten ꝛc. dargestellten gegohrnen Flüssigkeiten sich durch Geschmack, Geruch, Wirkung ꝛc. von einander unterscheiden, obgleich alle nach Digestion mit Kohle gleichen Weingeist liefern. Destillirt man sie aber ohne vorhergegangene Digestion mit Kohle, so erhält man auch Branntweine von verschiedenem Geschmack und Geruch; ja man sieht sogar bei der Destillation die die Verschiedenheit bedingenden flüchtigen Verbindungen in ölartigen Tropfen mit dem Weingeist überdestilliren (namentlich am Ende der Destillation), und häufig ist ihre Menge so bedeutend, daß sie vom Branntwein nicht vollständig gelöst werden können. In dem Falle vereinigen sich die Tropfen auf dem Boden der Vorlage und bilden unter dem Branntwein eine Schicht einer ölartigen Verbindung. — So lange sich die Tröpfchen aus dem

Branntwein noch nicht vollständig abgesetzt haben, erscheint derselbe trüb und milchig.

Diese flüchtigen, die Verschiedenheit der Branntweine nach Geruch, Geschmack, Wirkung ꝛc. bedingenden Flüssigkeiten werden mit dem gemeinschaftlichen Namen Fermentole, Gährungsöle, auch wohl Fuselöle bezeichnet. Ueber ihre Entstehung weiß man nichts Gewisses; das Wenige, was man zu wissen glaubt, wurde oben angeführt. Sicher ist, daß sie Producte der Gährung und in Most, Meische ꝛc. vor der Gährung nicht enthalten sind. — Ueber die Natur dieser Gährungsöle sind unsere Kenntnisse ebenfalls noch beschränkt, gewiß ist, daß die meisten oder wohl alle Gemenge verschiedener Körper sind. Genauer untersucht sind nur folgende.

a. Kartoffelfuselöl.

§. 272.

Das Kartoffelfuselöl, wie man es am Ende der Destillation des Kartoffelbranntweins (s. u.) in reichlicher Menge erhält, giebt, mit Chlorcalcium geschüttelt, Wasser und Alkohol an dieses ab, und geht alsdann, für sich destillirt, in reinem Zustande über. Es stellt eine ölartige Flüssigkeit dar von starkem Geruch und scharfem, brennendem Geschmack. Athmet man seine Dämpfe ein, so empfindet man bald eine große Beklemmung der Brust, Husten und Schwindel, — eingenommen wirkt das Kartoffelfuselöl betäubend und giftig. Es siedet bei 132° (das rohe, noch Wasser und Weingeist enthaltende siedet schon bei 85 — 90°), sein spec. Gewicht bei 15° ist 0,818, erwärmt brennt es mit blauer Flamme. In Wasser ist es schwer, in schwachem Weingeist leichter, in Alkohol in jedem Verhältniß löslich. — Durch Kohle kann es nur schwachem, nicht aber starkem Weingeist entzogen werden; solcher zieht es sogar aus der Kohle wieder aus, welche zum Entfuseln schwachen Weingeistes gedient hat. — Die Zusammensetzung des Kartoffelfuselöls wird durch die Formel $C_{10}H_{12}O_2$ ausgedrückt. Da man aber ähnliche Gründe wie beim Alkohol hat, dasselbe als Hydrat der Sauerstoffverbindung eines zusammengesetzten Radicals (des Amyls, $C_{10}H_{11}$) zu betrachten, so schreibt man die Formel $C_{10}H_{11}, O, HO$. Der entsprechende Name ist alsdann Amyloxydhydrat. Der Name Kartoffelfuselöl kann leicht zu der Meinung veranlassen, es käme nur im Kartoffelbranntwein vor. Es sei daher bemerkt, daß es auch in dem aus Runkelrübensyrup dargestellten Branntwein in Menge gefunden wurde (Gaultier de Claubry).

Mit Kalihydrat erwärmt liefert das Kartoffelfuselöl das Kalisalz einer Säure ($C_{10}H_9O_3$), welche in den Baldrianwurzeln vor-

kommt, deshalb Baldriansäure genannt wird, und als Hydrat eine farblose, ölartige Flüssigkeit von durchdringendem Geruche darstellt.

b. Gährungsöl des Weines.

§. 273.

Wenn man größere Mengen Wein destillirt, oder auch Weinhefe oder Weintreſter, so erhält man das Fermentol des Weines. Dasselbe ist ein aus verschiedenen Flüssigkeiten bestehendes Gemenge, von denen nur eine, die hauptsächlichste, genauer untersucht ist. Dieselbe ist die Aetherverbindung einer eigenthümlichen Säure, der Oenanthsäure, demnach önanthsaures Aethyloxyd oder Oenanthäther, und stellt im reinen Zustande eine dünnflüssige, farblose Flüssigkeit von außerordentlich starkem und fast berauschendem Weingeruche, und starkem unangenehmem Geschmacke dar. Der Oenanthäther löst sich kaum in Wasser, leicht in Weingeist, selbst in schwachem. Sein spec. Gewicht ist 0,862, sein Siedepunkt liegt bei 228°, mit Wasser destillirt er langsam über. Seine Zusammensetzung wird durch die Formel $C_{18}H_{18}O_3$ ausgedrückt. Kocht man denselben mit Kalilauge, so verschwindet er rasch, im Destillat erhält man Alkohol, im Rückstand das Kalisalz der Oenanthsäure. Bei Zusatz von verdünnter Schwefelsäure wird dieselbe in Freiheit gesetzt und sammelt sich, als Hydrat, in Form einer öligen Flüssigkeit auf der Oberfläche. Die Formel des Hydrats ist $C_{14}H_{13}O_2, HO$; ersetzt man in derselben das HO durch die Formel des Aethyloxyds C_4H_5O, so bekommt man die Formel des Oenanthäthers $C_{14}H_{13}O_2, C_4H_5O$.

Der Oenanthäther bedingt den besonderen Geruch des Traubenweines, d. h. den, durch welchen er sich von Aepfelwein, Birnwein, Johannisbeerwein ꝛc. unterscheidet, und der uns z. B. sogleich verräth, ob in einer Flasche oder in einem Fasse Wein ist oder war, — nicht aber die sogenannte Blume oder das Bouquet der Weine, wodurch sich ein Traubenwein von dem anderen unterscheidet. Die Natur des Körpers, der diese Unterschiede bedingt und welcher in manchen Weinen gänzlich fehlt, ist noch nicht ermittelt.

c. Getreidefuselöl.

§. 274.

Das im Getreidebranntwein enthaltene Gährungsöl wird erhalten, wenn man denselben zuerst bei gelindem Feuer zum Theil abdestillirt, dann Kochsalz zum Rückstand bringt (wodurch der Siedepunkt der Flüssigkeit erhöht wird) und neuerdings destillirt; auch bleibt dasselbe in ziemlicher Menge bei der Getreidebranntweinbrennerei auf dem wollenen Tuche zurück, durch welches man den über-

gehenden Branntwein laufen läßt. Es stellt im rohen Zustande eine braune, schmierige Masse dar von starkem, betäubendem, unangenehmem Geruch. Destillirt man es mit Wasser auf's Neue und anhaltend, so bleiben im Rückstande die Hydrate der Oenanthsäure und Margarinsäure, als Destillat erhält man den riechenden Antheil des rohen Gährungsöles. Derselbe besteht aus einem indifferenten Körper, dem man den Namen Kornöl gegeben hat, etwas Oenanthäther und einer kleinen Menge von Margarinsäurehydrat. Durch Rectification über Kalihydrat wird das Kornöl rein erhalten und stellt alsdann eine vom Kartoffelfuselöl wesentlich verschiedene, dickliche Flüssigkeit von durchdringendem, an Wasserfenchel erinnerndem Geruche und scharfem Geschmacke dar. Zusammensetzung: $C_{24}H_{17}O$.

B. Schleimige Gährung.

§. 275.

Mischt man eine verdünnte Zuckerlösung mit sehr wenig Pflanzenleim-, Legumin- ꝛc. Lösung, auf welche die Luft zuvor in einem gewissen Grade eingewirkt hatte, so erfolgt, namentlich bei einer Temperatur zwischen 24—30°, unter Entwickelung von Kohlensäure und Wasserstoffgas und Bildung einer der Hefe ähnlichen unlöslichen Substanz, eine Umsetzung des Zuckers, welche von der oben bei der geistigen Gährung betrachteten völlig verschieden ist. Man erhält nämlich als Product keinen Weingeist, sondern eine gummiähnliche Substanz, welche der gegohrnen Flüssigkeit eine schleimige, fadenziehende Beschaffenheit mittheilt. Die abgeschiedene hefenartige Substanz, einer anderen Zuckerlösung zugesetzt, veranlaßt in derselben neuerdings schleimige Gährung. — Diese Art der Umsetzung tritt zuweilen statt der geistigen Gährung oder neben derselben bei Branntweinmeische, Wein ꝛc. ein, und veranlaßt bei ersterer einen bedeutenden Verlust an Weingeist, beim Wein das sogenannte Langwerden desselben. Ein kleiner Zusatz von Schwefelsäure, schwefliger Säure, Alaun oder Gerbesäure verhindert die schleimige Gährung, indem dadurch das Ferment niedergeschlagen oder unwirksam gemacht wird.

Die Bedingungen und Producte der schleimigen Gährung, unter denen sich häufig auch Mannit findet, und deren Vermeidung in den landwirthschaftlichen Gewerben so wichtig ist, bedürfen einer vollständigeren Untersuchung.

C. Dextrin- und Zuckergährung.

§. 276.

Erwärmt man Stärkekleister mit Weizenmehl oder Kleber bei

einer Temperatur zwischen 60 und 70°, so verliert er bald seine kleisterartige Beschaffenheit, wird dünnflüssig und süß; filtrirt man und setzt der Flüssigkeit Weingeist zu, so schlägt sich Dextrin nieder, Traubenzucker bleibt gelöst. — Ungleich schneller als durch Kleber bei Einfluß der Luft, wird die Ueberführung des Stärkemehls in Dextrin und Zucker vermittelt durch eine Substanz, die sich beim Keimen der Gerste und des Weizens, aller Wahrscheinlichkeit nach aus den stickstoffhaltigen Bestandtheilen der Samen, in geringer Menge bildet. Man hat sie Diastase genannt. Sie kann aus den gekeimten Getreidesamen (Malz) erhalten werden, wenn man dieselben mit Wasser auf 75° erhitzt (wodurch das Eiweiß zum Gerinnen gebracht wird), die Masse auspreßt und die ablaufende filtrirte Flüssigkeit mit Alkohol mischt. Der sich abscheidende Niederschlag ist die Diastase, aber jedenfalls in noch unreinem, dextrinhaltigem Zustande. — Sie stellt so einen weißen, in Alkohol unlöslichen, in Wasser und schwachem Weingeist löslichen Körper dar, dessen Zusammensetzung man noch nicht kennt. Die vorwaltendste, merkwürdigste und wichtigste Eigenschaft der Diastase ist die, daß sie, wie bereits erwähnt, sehr große Massen von Stärkemehl in Dextrin oder Zucker verwandeln kann. So reicht z. B. 1 Thl. hin, 1000 Thle. Stärkemehl in Dextrin zu verwandeln, — zur Zuckerbildung wird mehr erfordert. Der ganze Proceß der Ueberführung verläuft überhaupt so, daß zuerst das Stärkemehl in Dextrin und dann das Dextrin in Zucker übergeht. Wie die Wirkung erfolgt, ist uns ebenso unerklärlich, als warum Ferment eine Zuckerlösung in geistige Gährung versetzt. Zur Herstellung des klaren Begriffs aber sei bemerkt, daß der erste Proceß, die Ueberführung des Stärkemehls in Dextrin, welche durch das folgende Schema dargestellt wird:

1 Aeq. Stärke $= C_6H_5O_5$ }
1 Aeq. Stärke $= C_6H_5O_5$ } — 1 Aeq. Dextrin $= C_{12}H_{10}O_{10}$

Diastase — zersetzte Diastase

eine Gährung im eigentlichen Sinne des Wortes ist, d. h. eine Umsetzung der vorhandenen Bestandtheile ohne Zutritt eines neuen Körpers, während der zweite Proceß, dessen Vorgang folgender ist

1 Aeq. Dextrin $= C_{12}H_{10}O_{10}$ — 1 Aeq. Traubenzucker $= C_{12}H_{12}O_{12}$
2 Aeq. Wasser $= 2HO$

Diastase — zersetzte Diastase

deswegen kein reiner Gährungsproceß ist, weil Wasser zutritt.

Daß die Diastase, während sie wirkt, ihre Wirksamkeit verliert, ist gewiß, — was aber daraus wird, ganz unbekannt. Ebenso gewiß ist, daß sie feucht ziemlich schnell, trocken sehr langsam, beim Erhitzen auf 100° sogleich, ihre Wirksamkeit einbüßt. —

Die Wirkung der Diastase erfolgt am raschesten zwischen 60 bis 70°, nicht über 75°, wohl aber, wenn auch weniger rasch, unter 60°. — Luftzutritt ist nicht erforderlich. —

Die Diastase vermittelt die ganze Bierbrauerei und Branntweinbrennerei aus Kartoffeln oder Getreide, indem man mit Hülfe derselben (oder vielmehr mit Hülfe des Malzes, welches ihr seine Wirksamkeit verdankt) das Stärkemehl der Getreidesamen oder Kartoffeln entweder in Zucker und Dextrin (wie beim Bier) oder ganz in Zucker, wie bei der Branntweinmeische, überführt (s. u.). — Der Gehalt des Malzes an Diastase, und somit sein Werth, ist sehr verschieden. —

Daß Kartoffeln, wenn sie abwechselnd gefrieren und wieder aufthauen, einen süßen Geschmack annehmen und alsdann sich nicht mehr halten, ist eine bekannte Erfahrung. — Nach Payen platzen hierbei die Hüllen der Stärkekügelchen. Der zuvor durch die Hüllen vor der Einwirkung des Eiweißes geschützte Inhalt tritt heraus und kommt mit demselben in Berührung. In Folge davon erleidet das Stärkemehl Zuckergährung, d. h. es geht theilweise in Traubenzucker und Dextrin (?) über. Dieser Antheil ist bald so gering, daß wir ihn kaum durch den Geschmack wahrnehmen, bald so bedeutend, daß ein wahrer Syrup aus den Kartoffeln quillt, welcher verursacht, daß dieselben, selbst mehrere Grade unter 0°, nicht gefrieren.

D. Milchsäure-Gährung.

§. 277.

Läßt man eine stärke-, gummi- oder zuckerhaltige Flüssigkeit, welche gleichzeitig stickstoffhaltige Substanzen (Eiweiß, Pflanzenleim ꝛc.) enthält, bei einer Temperatur von 30—40° stehen, so nimmt sie bald sauren Geschmack und saure Reaction an; Stärke, Gummi, Zucker verschwinden und aus ihren Bestandtheilen bildet sich eine uns noch unbekannte Säure, die — weil man sie zuerst in der sauren Milch nachwies — Milchsäure genannt wurde. Sättigt man die sauer gewordenen Flüssigkeiten mit Kalk, so erhält man beim Abdampfen der filtrirten Flüssigkeit milchsauren Kalk, welcher durch Umkrystallisiren aus Weingeist von beigemengten fremden Salzen gereinigt werden kann. Durch Zusatz von verdünnter Schwefelsäure in geeignetem Verhältniß und Abfiltriren des schwefelsauren

Kalkes erhält man die freie Milchsäure in Lösung und durch Abdampfen der Lösung im luftleeren Raume neben englischer Schwefelsäure das reine Milchsäurehydrat. — Dasselbe stellt eine dicke, farblose, sehr saure, mit Wasser, Alkohol und Aether mischbare Flüssigkeit dar. Seine Zusammensetzung wird durch die Formel $C_6H_5O_5, HO$ ausgedrückt. Die Milchsäure hat also im wasserfreien Zustande mit dem Stärkemehl, Dextrin, Gummi und wasserfreien Rohrzucker, im wasserhaltigen mit dem wasserfreien Traubenzucker vollkommen gleiche Zusammensetzung, und die Milchsäuregährung scheint demnach in nichts Anderem zu bestehen, als in einer durch die Zersetzung der stickstoffhaltigen Substanzen eingeleiteten anderweitigen Anordnung der vorhandenen Elemente.

Die Milchsäure findet sich, wie wir später sehen werden, auch in vielen thierischen Flüssigkeiten, desgleichen im Sauerkraut, in der Gerberlohe, in vielen sauer gewordenen Speisen ꝛc. bald allein, bald neben Essigsäure; ihre Salze sind meist in Wasser und Weingeist leicht löslich.

E. Buttersäure-Gährung.

§. 278.

Versetzt man eine Zuckerlösung mit Käsestoff s. u. (Legumin und andere stickstoffhaltige Substanzen leisten dasselbe) und einer zur Sättigung der sich bildenden Säure hinlänglichen Menge kohlensauren Kalkes, und läßt das Ganze bei 25—30° stehen, so erleidet die Masse erst die schleimige, dann die Milchsäuregährung, zuletzt aber tritt ein Product auf, welches wir bisher noch nicht beobachtet haben. Destillirt man nämlich nach beendigter Gährung die Flüssigkeit mit Weinsteinsäure, welche den Kalk bindet, so erhält man ein Destillat von durchdringendem Geruche nach ranziger Butter, beißend saurem Geschmacke und saurer Reaction. Sättigt man dasselbe mit Chlorcalcium, so sammelt sich auf der Oberfläche die Ursache des Geschmacks, Geruchs und der Reaction in Form einer ölartigen Schicht. Dieser Körper ist das Hydrat einer Säure, welche, weil man sie zuerst in der ranzigen Butter antraf, Buttersäure genannt wurde. Die Zusammensetzung des Hydrats ist $C_8H_7O_3, HO$. Es macht auf Papier verschwindende Fettflecken, verdunstet leicht an der Luft, siedet über 100°, löst sich in Wasser, Weingeist, Aether, flüchtigen und fetten Oelen. — Die Buttersäuregährung ist begleitet von Kohlensäure- und Wasserstoffentwicklung. —

F. Fäulniß.

§. 279.

Wir sind oben übereingekommen, eine Umsetzung der Bestandtheile eines organischen Körpers dann nicht Gährung, sondern Fäulniß zu nennen, wenn unter den entstehenden Producten stinkende vorwalten. Da nun der üble Geruch durch Schwefel- (wohl auch durch Phosphor-) Wasserstoff, durch Schwefelammonium und andere Ammoniumverbindungen vorzugsweise bedingt wird, so ergiebt sich, daß nur schwefel- und stickstoffhaltige Substanzen der eigentlichen Fäulniß fähig sind. — Ueber die sehr complicirten Processe der Fäulniß weiß man noch wenig Sicheres, was man darüber kennt, soll in folgenden Sätzen mitgetheilt werden:

1) Die Fäulniß tritt nicht ein, wenn die derselben fähigen Substanzen nicht in Wasser gelöst oder davon durchdrungen sind, —
2) wenn nicht eine gewisse Temperatur obwaltet. Die günstigste liegt zwischen 12 und 30°.
3) In einer faulenden Substanz finden sich stets unzählige, äußerst kleine, nur unter dem Mikroskope sichtbare, sehr bewegliche, runde, ovale oder stabförmige Thierchen von verhältnißmäßig einfachem Bau, sogenannte Infusorien.
4) Es ist wahrscheinlich, daß dieselben sich auf Kosten eines Theils der Bestandtheile der faulenden Verbindungen ernähren und nicht unwahrscheinlich, daß sie die fortschreitende Fäulniß vermitteln, und daß diese beendigt ist, wenn die Infusorien keine Nahrung mehr finden. —
5) Woher die Keime der Infusorien kommen oder wie diese überhaupt entstehen, weiß man nicht.
6) Unter den Zersetzungsproducten der faulenden Körper hat man kohlensaures Ammon, Schwefelammonium, Schwefel- und Phosphorwasserstoff, Kohlensäure-, Wasserstoff- und Sumpfgas nachgewiesen. Es ist jedoch ganz gewiß, daß außer diesen unorganischen Verbindungen noch eine große Reihe von organischen Körpern als Mittelglieder auftreten, von denen man jedoch kein einziges genau kennt, wohl aber das weiß, daß manche sehr heftige Gifte sind. Diese Wirkung, welche sich bei einigen mehr im Magen, bei anderen mehr in Wunden bemerklich macht, glaubt man durch die Annahme erklären zu können, daß die in Umsetzung begriffenen Fäulnißproducte auf das Blut und andere Bestandtheile des Körpers ihre Umsetzungsbewegung übertragen und so die Körpertheile in den Fäulnißproceß hineinreißen.

Rückblick auf die Gährungs- und Fäulnißprocesse.

§. 280.

Nachdem wir uns nunmehr die Kenntniß der bis jetzt unterschiedenen Gährungs- und Fäulniß-Processe (zu denen auch die Bildung des Bittermandelöls aus Amygdalin unter dem Einflusse des Emulsins, und die des Senföls aus Myronsäure unter dem Einflusse des Myrosins (s. §. 214) gerechnet werden können) verschafft haben, wollen wir die allgemeinen Resultate der gemachten Erfahrungen, der Wichtigkeit des Gegenstandes wegen, nochmals in kurzen Sätzen zusammenfassen; denn je weniger man über eine Sache weiß, um so wichtiger ist es, daß man über dies Wenige im Klaren ist.

1) Die stickstoffhaltigen allgemeinen Pflanzenbestandtheile, wenn sie eine Zeit lang der Luft ausgesetzt waren und alsdann feucht und bei geeigneter Temperatur liegen bleiben, faulen. Den Einfluß, den hierbei die Luft ausübt, kennt man nicht völlig genau; entweder kann man annehmen, daß sie einen Verwesungsproceß anregt, welcher sodann den Fäulnißproceß veranlaßt, — oder daß es nicht, oder nicht allein der Sauerstoff, sondern auch Thier- oder Pflanzenkeime sind, welche in der Luft enthalten sind und die genannte Wirkung derselben bedingen oder bedingen helfen. — Die erstere Ansicht ist jedoch die wahrscheinlichere.
2) Die stickstofffreien allgemeinen Pflanzenbestandtheile können nicht faulen, sondern nur gähren. Die Gährung derselben bedarf außer Wasser und einer gewissen Wärme stets eines Erregers. — Solche Erreger sind alle in Fäulniß oder Verwesung begriffene stickstoffhaltige Substanzen.
3) Die Producte der Fäulniß kennt man mit Ausnahme der unorganischen Gase ꝛc. fast nicht.
4) Die Producte der Gährungsprocesse der stickstofffreien Substanzen dagegen kennt man bei einigen genau, bei anderen unvollkommener.
5) Die Natur dieser Producte hängt ab:
   a) vom Zustande des Gährungserregers, —
   b) vom Verhältniß der Masse des Gährungserregers zu der stickstofffreien Substanz, —
   c) von der Temperatur, —
   d) von der Substanz des zersetzten stickstofffreien Körpers,
   e) von der Substanz des zersetzten stickstoffhaltigen Körpers,
   f) von der Menge des vorhandenen Wassers.

6) Beispiele zu dem eben Gesagten sind:
   zu a: Frisch gekeimte Gerste verwandelt Stärke in Dextrin und Zucker, — feucht der Luft ausgesetzte: in Milchsäure.
   zu b und f: Eine geeignete Fermentmenge verwandelt Zucker in hinlänglich concentrirter Lösung in Alkohol und Kohlensäure, — eine sehr geringe Fermentmenge dagegen veranlaßt in sehr verdünnter Zuckerlösung: schleimige Gährung.
   Zu c: Eine Zucker und Eiweiß enthaltende Flüssigkeit, z. B. Runkelrübensaft, geht zwischen 12 und 25° in geistige, zwischen 30—40° in Milchsäuregährung über.
   Zu d: Stärke wird durch Diastase zu Dextrin, — Dextrin zu Zucker.
   Zu e: Nur Emulsin bedingt, unter Einfluß des Wassers auf Amygdalin wirkend, Bildung von Bittermandelöl.
7) Was man also von den Gährungs- und Fäulnißprocessen überhaupt weiß, erstreckt sich
   a) auf die Bedingungen, unter denen sie erfolgen, —
   b) auf die Producte, die sie liefern, —
      worüber man aber nichts weiß, ist
   c) die Art, wie der Erreger auf den gährungsfähigen Körper wirkt. — Dafür macht man sich aber diese Sache gleichsam durch ein Bild handgreiflicher, indem man annimmt, die sich zersetzende, also bewegende, Substanz übertrage diesen ihren Zustand der Umsetzung auf die noch ruhende und veranlasse so auch eine Bewegung, also Umsetzung, ihrer Elemente.

Mittel, der Gährung oder Fäulniß fähige Substanzen aufzubewahren.

§. 281.

So wenig man nun auch noch über manche Gährungsprocesse und über den Fäulnißproceß weiß, so hat doch dieses Wenige schon herrliche Früchte getragen; theils indem es die verschiedenen Processe auf's Vortheilhafteste ausführen half, welche die Gewinnung gegohrener Flüssigkeiten oder des Weingeistes zum Zwecke haben, — theils aber auch, indem es zum Verständniß und zur Verbesserung der Mittel befähigte, deren man sich bedient, Substanzen gegen Fäulniß zu schützen.

Betrachten wir einige dieser Methoden, welche sich in der Praxis bewährt haben, so wird es sich ergeben, daß sich alle auf uns hier bekannt gewordene Sätze zurückführen lassen, und zwar entweder darauf, daß man eine oder die andere zur Gährung oder Fäulniß erforderliche Bedingung nicht herstellt, oder einen Körper zusetzt, der gährungshemmend wirkt.

Haben Früchte das Maximum ihres Zuckergehaltes, d. h. ihre völlige Reife erlangt, und dauert der Einfluß der Luft auf dieselben bei mittlerer oder etwas höherer Temperatur fort, so erleidet sowohl das Zellgewebe als der Zucker eine wesentliche Veränderung. Ersteres bekommt ein verändertes Ansehen, wird bräunlich und verliert seinen Zusammenhang, während der Zucker unter Entwickelung von Kohlensäure durch einen nicht weiter studirten Umsetzungsproceß zerstört wird. Mit der Kohlensäure verdunstet Wasser, der Inhalt der Früchte vermindert sich, die Hülle sinkt zusammen, die morsche Frucht wird runzlich. —

Wird das Zellgewebe einer Frucht zerstört, so daß sich der Inhalt der Zellen mischt, wie dies z. B. durch Gefrieren und Aufthauen, durch Kochen, durch Auffallen, Druck oder Stoß geschieht, so erfolgt die Fäulniß weit rascher.

Früchte, die man lange aufzubewahren wünscht, müssen daher gebrochen, nicht geschüttelt, — getragen, nicht gefahren werden. In der Regel pflückt man sie, wenn sie noch nicht vollkommen reif sind, legt sie auf dem Speicher an die Luft und bringt sie dann, wenn sie den Punkt völliger Reife fast erreicht haben, in den Keller. Die daselbst herrschende niedere Temperatur und der geringe Luftwechsel verzögern nunmehr die weitergehende Zeitigung. Man genießt alsdann die Früchte, wenn sie eben anfangen, den Zeitigungspunkt zu überschreiten, wenn das Zellgewebe seinen Zusammenhang zu verlieren beginnt, wenn sie zart und weich werden.

Die von Loiseleur-Deslonchamps vorgeschlagene, — ferner die sogenannte amerikanische und endlich die von Berard angegebene Methode, Früchte aufzubewahren, beruhen alle darauf, daß die Zeitigung nicht weiter schreitet, wenn Sauerstoff, oder auch, wenn die nöthige Temperatur mangelt. — Nach ersterer Methode wickelt man die Früchte in Papier, bringt sie in luftdicht zu verschließende Zinkbüchsen und diese, in Kisten gepackt, in einen Eiskeller; — die zweite Methode besteht darin, daß man die Früchte in ganz trockenen Sand packt, — Berard endlich bringt Kalkhydrat und Eisenvitriol auf den Boden von Töpfen, darüber eine passende Vorrichtung, dann das Obst. Die Töpfe werden alsdann luftdicht

verschlossen. — Da der in dem eingeschlossenen Luftquantum enthaltene Sauerstoff von dem durch den Kalk abgeschiedenen Eisenoxydulhydrat sogleich absorbirt wird, so befinden sich die Früchte bei letzterer Methode in einer Atmosphäre von Stickgas.

Bringt man Kirschen, Zwetschen, Birnen, Heidelbeeren oder dergl. in Flaschen, verbindet dieselben luftdicht mit Blase und setzt sie alsdann, mit Stroh umwickelt, in Wasser, welches man zum Sieden erhitzt und eine Stunde darin erhält, so halten sich die gekochten Früchte, wie bekannt, Jahre lang; schließen aber die Blasen nicht vollkommen luftdicht, so geräth der Inhalt bald in Gährung oder Fäulniß. — Diese Thatsache beruht ebenfalls darauf, daß die eingeschlossene Luft bei Einwirkung auf die Früchte in der Kochhitze ihren Sauerstoff verliert und daß gleichzeitig durch die Siedehitze jeder Gährungs- oder Fäulnißanfang vernichtet wird. — Da nun eine neue Anregung zum Umsatz nur bei Gegenwart von freiem Sauerstoff möglich ist, so müssen sich begreiflicher Weise bei völligem Luftabschluß die Früchte unverändert erhalten. — Ganz auf demselben Grundsatze beruht die Appert'sche Methode, Gemüse einzumachen. Sie besteht darin, daß das gekochte und völlig zugerichtete Gemüse in Blechbüchsen gebracht wird, deren Deckel man luftdicht zulöthet, und welche alsdann eine Stunde lang oder länger in siedendes Wasser gestellt werden. Die so aufbewahrten Gemüse erhalten sich vollkommen unverändert und schmecken noch nach Jahren wie frische. —

Früchte, welche in Zucker oder mit Zucker, Essig und Gewürzen eingemacht sind, halten sich, weil diese Substanzen, wenn sie in geeigneter Menge zugegen sind, gährungshemmend wirken. — Auf demselben Principe beruht die Haltbarkeit der Essiggurken. — Sauerkraut, Salzgurken und eingemachte Bohnen erleiden eigenthümliche, der Milch- und Buttersäure-Gährung nahe stehende Umsetzungsprocesse, werden aber durch Salz und Gewürze vor weiter gehender Fäulniß bewahrt.

G. Verwesungsprocesse vegetabilischer Körper.

I. Humusbildung.

§. 282.

Bleiben Holz, Blätter oder ähnliche Substanzen längere Zeit den Einflüssen der Luft bei Gegenwart von Wasser ausgesetzt, so verwandeln sie sich zuerst in braune, im Verlauf in schwarze, leicht zerreibliche Massen. Die erdige Substanz, welche man im Inneren

hohler Bäume findet, bestätigt das Gesagte vollkommen. Daß bei diesem Processe Sauerstoff absorbirt, Kohlensäure und Wasser dagegen gebildet wird, und zwar ein dem Sauerstoff gleiches Maaß Kohlensäure, hat Saussure nachgewiesen.

Im Allgemeinen heißt man die gesammten Producte dieser Verwesung Moder, auch wohl Humus, und eine daran reiche Erde Dammerde. —

Der Humus ist eine sehr complicirte Substanz und, weil in fortwährender Verwesung begriffen, stets von anderer Zusammensetzung.

Derselbe enthält:

1. Ulminsubstanz,
2. Huminsubstanz,
3. Ulmin,
4. Ulminsaure Salze,
5. Humin,
6. Huminsaure Salze,
7. Geïnsaure Salze,
8. Quellsaures Ammon,
9. Quellsatzsaures Ammon,
10. Salze unorganischer Art.

Um sich über diese Masse von Substanzen einen Ueberblick zu verschaffen, hat man die ursprünglichen Verwesungsproducte zu unterscheiden von den daraus weiter durch den Einfluß von Ammon, oder fixen Alkalien entstehenden ꝛc., — desgleichen die Verwesungsproducte der stickstofffreien Pflanzenstoffe von denen der stickstoffhaltigen.

1.

Verwesungsproducte der stickstofffreien Pflanzenstoffe (Cellulose, Lignin, Stärke, Zucker, Gummi ꝛc.).

A. Ursprüngliche.

a) erstentstehend:
Ulminsubstanz, —

b) aus dieser bei fortschreitender Verwesung sich bildend:
Huminsubstanz.

B. Secundäre

(d. h. durch den Einfluß von Alkalien auf die ursprünglichen gebildete).

a) aus Ulminsubstanz entstehende:
Ulmin und ulminsaure Salze.

b) aus Huminsubstanz entstehende:
Humin und huminsaure Salze.

C. Tertiäre
(d. h. durch weitere Verwesung der secundären gebildete).

a) Humin und huminsaure Salze sind hier nochmals aufzuführen, da sie auch durch weitere Verwesung des Ulmins und der ulminsauren Salze entstehen.

b) Geïnsaure Salze, welche bei weiterer Verwesung der huminsauren Salze sich bilden.

2.

Verwesungsproducte der stickstoffhaltigen Pfanzenstoffe (Eiweiß, Pflanzenleim, Legumin ꝛc.).

a) erstentstehend:
Quellsaures Ammon.

b) daraus bei fortschreitender Verwesung sich bildend:
Quellsatzsaures Ammon.

Von allen diesen Substanzen sind

in Wasser löslich:	in Wasser unlöslich:
Ulminsaure Alkalien	Ulminsubstanz und Ulmin
Huminsaure »	Huminsubstanz und Humin
Geïnsaure »	Ulminsaure alkalische Erden oder schwere Metalloxyde
Quellsaures Ammon	Huminsaure » » »
Quellsatzsaures Ammon	Geïnsaure » » »

Behandelt man braunen Moder

a) mit Wasser, so erhält man eine gelbliche Flüssigkeit, welche enthält:
1. Lösliche unorganische Salze,
2. Quellsaures und quellsatzsaures Ammon,
3. Ulminsaure Alkalien (vorwaltend oder allein),
4. Huminsaure Alkalien (in geringer Menge oder gar nicht).

b) mit kochender kohlensaurer Natronlösung, so erhält man eine dunkelbraune Lösung, welche bei Zusatz von Säuren einen braunen gelatinösen Niederschlag giebt. Derselbe enthält:
1. Ulminsäure (vorwaltend oder allein) und
2. Huminsäure (in geringer Menge oder gar nicht).

c) der unlösliche braune Rückstand enthält:
1. Ulmin (vorwaltend oder allein),
2. Humin (in geringer Menge oder gar nicht).
3. Unlösliche unorganische Salze.

Behandelt man dagegen schwarzen Moder oder schwarze Dammerde auf gleiche Weise, so liefert:

die Lösung a:

1. Lösliche unorganische Salze,
2. Quellsaures und quellsatzsaures Ammon,
3. Huminsaure und geïnsaure Alkalien (vorwaltend oder allein),
4. Ulminsaure Alkalien (in geringer Menge oder gar nicht);

die Lösung b giebt bei Zusatz von Säure einen schwarzen gelatinösen Niederschlag. Derselbe enthält:

1. Huminsäure und Geïnsäure (vorwaltend oder allein),
2. Ulminsäure (in geringer Menge oder gar nicht);

der unlösliche schwarze Rückstand enthält:

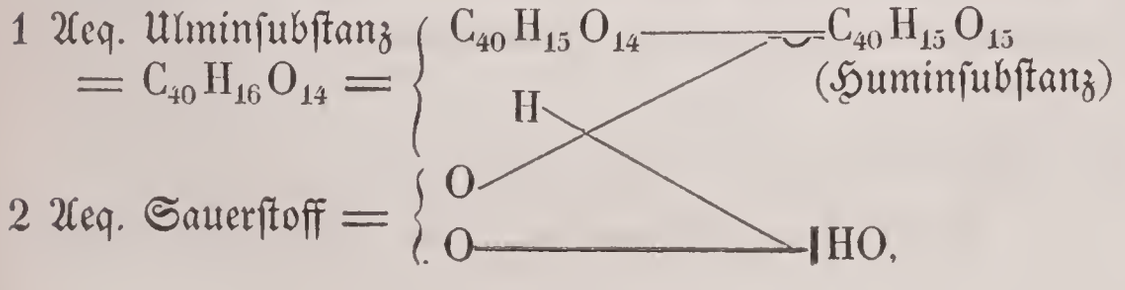
1. Humin (vorwaltend oder allein),
2. Ulmin (in geringer Menge oder gar nicht).
3. Unlösliche unorganische Salze.

II. Betrachtung der einzelnen Humusbestandtheile.

Ulmin- und Huminsubstanz.

§. 283.

Zu 1. A. Die Ulmin- und Huminsubstanz weiß man bis jetzt noch nicht in reiner Form aus dem Moder zu gewinnen, man kennt daher ihre weiteren Eigenschaften und ihre Zusammensetzung nicht. Wohl aber gelingt es, ganz ähnliche Körper künstlich zu erhalten; so bekommt man z. B. Ulminsubstanz, wenn man Rohrzucker mit einer verdünnten Säure (Schwefelsäure oder Salzsäure) längere Zeit unter dem Siedepunkte behandelt. Die anfangs klare Flüssigkeit trübt sich bald und setzt Ulminsubstanz in braunen unlöslichen Flocken ab, deren Zusammensetzung durch die Formel $C_{40}H_{16}O_{14}$ ausgedrückt wird. — Diese Umsetzung erfolgt ohne Sauerstoffzutritt; neben der Ulminsubstanz bildet sich Wasser und eine Säure, die man Ameisensäure nennt, weil man sie zuerst in den Ameisen gefunden hat (s. §. 289). — Kocht man die Ulminsubstanz länger mit der verdünnten Säure, so tritt Sauerstoff zu, die braunen Flocken werden schwarz und gehen in Huminsubstanz ($C_{40}H_{15}O_{15}$) und Wasser über. — Der Uebergang wird durch folgendes Schema verdeutlicht:



Die künstlichen Ulmin- und Huminsubstanzen liefern, mit kohlensaurer Natronlösung gekocht, ebenso wie die natürlichen, in Lösung ulminsaures und huminsaures Natron, im Rückstande Ulmin und Humin.

Ulmin, Ulminsäure, Humin, Huminsäure und Geïnsäure.

§. 284.

Zu 1. B. Das Ulmin stellt eine braune, zerreibliche, in Wasser, Säuren und Alkalien unlösliche Masse dar, deren Zusammensetzung mit der der Ulminsubstanz identisch ist. — In kochender concentrirter Kali- oder Natronlauge löst es sich allmälig mit dunkelbrauner Farbe zu ulminsaurem Alkali.

Die Ulminsäure stellt, frisch gefällt, einen braunen gallertartigen Niederschlag, — getrocknet, ein rostfarbiges Pulver dar. Sie löst sich leicht in reinem Wasser, nicht aber in säure- oder salzhaltigem, — leicht in alkalischem. Nach starkem Austrocknen ist sie in Wasser und schwachen Alkalien weniger löslich. — Mit concentrirter Salzsäure digerirt, geht die Ulminsäure in Ulmin über. Ulminsaure Alkalien verwandeln sich bei Luftzutritt in huminsaure. Die Zusammensetzung der Ulminsäure wird durch die Formel $C_{40} H_{14} O_{12}$ ausgedrückt, sie enthält demnach die Bestandtheile von 2 Aequivalenten Wasser weniger als die Ulminsubstanz oder das Ulmin.

Das Humin ist eine schwarze, zerreibliche, in Wasser, Säuren und den Lösungen kohlensaurer Alkalien unlösliche Substanz. In kochender concentrirter Kalilauge löst es sich allmälig zu huminsaurem Kali. — Seine Zusammensetzung ist identisch mit der der Huminsubstanz, demnach $C_{40} H_{15} O_{15}$.

Die Huminsäure stellt feucht eine schwarzbraune, gallertartige, getrocknet eine schwarze, geruch- und geschmacklose, Wasser anziehende Substanz dar. — Feucht ist sie in Wasser wenig, getrocknet nicht löslich. Ihre Salze mit Alkalien sind in Wasser leicht löslich, die übrigen theils schwerlöslich, theils nicht löslich.

Der Uebergang des Ulmins in Humin wird durch dasselbe Schema erklärt, welches den der Ulminsubstanz in Huminsubstanz vorstellt, — der der Ulminsäure in Huminsäure erhellt aus folgendem:

1 Aeq. Ulminsäure $= C_{40} H_{14} O_{12} =$ { $C_{40} H_{12} O_{12}$ (Huminsäure), H_2 }

2 Aeq. Sauerstoff ——— 2 Aeq. HO.

Zu 1. C. Geïnsäure ist eine der Huminsäure ganz ähnliche

Substanz, welche sich jedoch durch ihre Zusammensetzung: $C_{14} H_{12} O_{14}$, demnach durch einen Mehrgehalt von 2 Aeq. Sauerstoff, von derselben unterscheidet.

Die Ulminsäure, Huminsäure und Geinsäure sind ausgezeichnet durch die Begierde, mit welcher sie Ammon auffaugen und binden.

Quellsäure und Quellsatzsäure.

§. 285.

Zu §. 282. 2. Die Quellsäure und Quellsatzsäure sind, wie erwähnt, neben geringen Mengen von ulmin-, humin- oder geinsaurem Alkali und neben den in Wasser löslichen Salzen der verwesten Pflanzensubstanz in Verbindung mit Ammon im Wasserauszuge des Moders enthalten. Dampft man denselben ab, trocknet den Rückstand und behandelt ihn mit Wasser, so werden die Humin- ꝛc. Säuren abgeschieden; aus der Lösung läßt sich alsdann durch essigsaures Kupferoxyd die Quellsäure, und aus dem noch überschüssiges Kupfersalz enthaltenden Filtrate durch kohlensaures Ammon die Quellsatzsäure, in Verbindung mit Kupferoxyd, ausfällen.

Die Eigenschaften der reinen Quellsäure sind nicht bekannt, weil es bis jetzt nicht gelungen ist, sie von dem Ammon zu trennen, mit welchem sie verbunden ist. Diese Ammonverbindung stellt eine blaßgelbe, schwach säuerlich schmeckende, unkrystallisirbare, in Wasser und Weingeist leicht lösliche Masse dar. Die Zusammensetzung des Hydrats der Säure wird durch die Formel $C_{24} H_{12} O_{16} + 3\,HO$ ausgedrückt. — Bleibt das quellsaure Ammon oder ein anderes Salz der Quellsäure mit alkalischer Basis an der Luft stehen, so wird die gelbliche Lösung unter Sauerstoffaufnahme braun und enthält jetzt quellsatzsaures Alkali. — Die Quellsatzsäure ist eine braune, nicht krystallisirbare, in Wasser und Weingeist lösliche Masse. Zusammensetzung ihres Hydrats: $C_{48} H_{12} O_{24} + 2\,HO$.

Der Humus und die darin enthaltenen Substanzen spielen in der Natur — bei dem Ernährungsprocesse der Pflanzen — eine sehr wichtige Rolle. Sie wirken dabei jedenfalls auf eine höchst mannigfaltige Weise, und man kann keinen unglücklicheren Versuch machen, als den, ihre Wirkung nur auf eine Weise erklären zu wollen, wie dies so häufig geschehen ist und geschieht. Wir kommen auf diesen Gegenstand in dem Abschnitte über Pflanzenernährung ꝛc. zurück.

Anhang zu den Verwesungsprocessen.

I. Schützen des Holzes gegen Verwesung.

§. 286.

So wichtig es ist, daß abgestorbenes Holz, Wurzelreste, Blätter u. s. w. in Wäldern und Feldern allmälig vermodern und so zur Fruchtbarkeit des Bodens wesentlich beitragen, so mißlich ist dieser Umstand bei Verwendung des Holzes zu Pfählen, Bohlen, Brettern, Reifen, Schindeln u. s. w., welche den Einflüssen der Feuchtigkeit und Luft ausgesetzt sind. Die Kenntniß der Umstände aber, unter denen die Vermoderung erfolgt, gab auch hier Mittel an die Hand, derselben mehr oder weniger vorzubeugen. — Die hierzu geeigneten Mittel sind um so besser, wenn sie gleichzeitig die Insekten, Würmer und Muschelthiere abhalten, welche ihre Nahrung im Holze suchen.

Vor Allem verdient erwähnt zu werden, daß die im Safte der Bäume enthaltenen stickstoffhaltigen Materien offenbar zuerst der Verwesung und Fäulniß unterliegen und alsdann die benachbarten stickstofffreien Bestandtheile gewissermaßen anstecken; daher erhält sich Holz um so besser, je vollständiger es von dem darin enthaltenen Safte befreit wird. Zur Erklärung dieser Thatsache trägt auch der Umstand bei, daß die Vermoderung des Holzes durch Berührung mit kohlensauren Alkalien beschleunigt wird; solche entstehen aber im Pflanzensafte bei Zersetzung der darin enthaltenen pflanzensauren Alkalien.

Alle übrigen Erhaltungsmittel haben entweder zum Zweck, den Zutritt der Luft und Feuchtigkeit zu hindern, wie Anstreichen mit Oelfarbe, Harzfirnissen ꝛc., oder sie beruhen darauf, daß das Holz mit Substanzen getränkt wird, welche fäulnißhemmend wirken; als solche haben sich Quecksilberchlorid (von Kyan empfohlen, daher das Wort Kyanisiren, d. i. Holz mit Quecksilberchloridlösung tränken), Gerbesäure (Lohbrühe), Kreosot und kreosothaltige Substanzen (Theer, Holzessig) s. u., Eisensalze (Eisenvitriol, — Auflösung von Eisen in Holzessig, sogenanntes holzsaures Eisen), Kochsalz, Chlorcalcium und Chlormagnesium (Salinenmutterlauge), kieselsaures Eisenoxyd (durch auf einander folgende Behandlung mit Lösungen von Wasserglas und Eisenvitriol im Holz erzeugt) ꝛc. bewährt. Das Tränken des Holzes geschieht entweder durch bloßes Einlegen in die Salzlösungen von geeigneter Concentration, oder man unterstützt das Eindringen durch hydrostatischen oder Luftdruck (Bréant,

Moll). Boucherie endlich stellt den frisch abgehauenen Baum in ein Faß mit der betreffenden Salzlösung, oder bringt auch nur die Schnittfläche des fast durchgehauenen oder abgesägten Baumes mit der Lösung in Berührung. Diese Methode reicht nach seinen Erfahrungen hin, den ganzen Baum mit der schützenden Substanz zu tränken. — Auf gleiche Weise ist es ihm auch gelungen, Hölzer beliebig zu färben, sowie denselben Wohlgerüche mitzutheilen. — Daß man endlich Pfähle, welche in die Erde geschlagen werden, am unteren Theile verkohlt, um sie haltbarer zu machen, ist bekannt genug. Hierdurch wird das Holz mit einer völlig unveränderlichen Hülle umgeben und demnach die unmittelbare Berührung des der Verwesung fähigen Holzes mit dem feuchten Boden aufgehoben.

II. Rasenbleiche und Papiermasse.

§. 287.

Die Rasenbleiche ist nichts Anderes, als ein Verwesungsproceß. Man unterwirft ihr, wie bekannt, Hanf-, Leinen- und Baumwollengespinnste, um sie vollkommen weiß zu erhalten, d. h. um alle färbenden Materien zu zerstören oder zu entfernen, und setzt zu dem Behufe die mit Wasser befeuchteten Zeuge der Einwirkung der Luft aus, bis die Verwesung der Farbestoffe beendigt ist. Sonnenlicht, sowie Gegenwart von schwacher Aschen- oder Sodalauge beschleunigen den Proceß bedeutend. — Läßt man den Verwesungsproceß weiter fortschreiten, so verliert allmälig die Zellsubstanz ihren anfänglichen Zusammenhang und verwandelt sich in eine weiche, leicht zertheilbare weiße Masse. Auf diese Thatsache gründet sich die Ueberführung der Lumpen in Papiermasse (nach älterer Art). Man beschleunigt den Proceß, indem man die befeuchteten Lumpen in Haufen schichtet und so eine Ansammlung der bei der Verwesung frei werdenden Wärme veranlaßt.

Zweite Unterabtheilung.

Zersetzung der Pflanzenstoffe in höherer Temperatur.

A. Bei Abschluß der Luft (trockene Destillation).

a. Allgemeines.

§. 288.

Wenn man einen beliebigen organischen Körper bei Luftabschluß erhitzt, so kommt bald ein Punkt, bei welchem die bestehende An-

ordnung der Elemente sich nicht mehr erhalten kann, wie man daraus deutlich sieht, daß der Körper erst bräunlich, dann immer dunkler, endlich schwarz wird, und daß sich Gase, sowie Dämpfe von Flüssigkeiten entwickeln, die offenbar nur aus den Bestandtheilen der erhitzten Substanz sich gebildet haben können. — Die im Beginne des Processes auftretenden Produkte sind zum Theil noch ziemlich zusammengesetzt und lassen sich auf rein chemischem Wege — aus Substanzen, die nicht unter Einwirkung der Lebenskraft entstanden sind — nicht darstellen; — die im Verlaufe auftretenden Produkte werden immer einfacher, und zuletzt erhält man: im Rückstand Kohle, welche nur noch geringe Mengen von Wasserstoff oder Stickstoff enthält, und unorganische Gase. — War die zersetzte Substanz reich an Stickstoff, so reagirt die übergehende Flüssigkeit alkalisch und riecht nach Ammon, — war sie arm an Stickstoff oder stickstofffrei, so reagirt die Flüssigkeit sauer, und zwar, wie wir sogleich sehen werden, durch einen Gehalt an Essigsäure.

Von den mannigfachen derartigen Processen, welche man studirt hat, interessirt uns zunächst die trockene Destillation des Holzes, — weil sie bei der Kohlenbrennerei ꝛc. im Großen und auf unseren Feuerheerden neben dem Verbrennungsprocesse im Kleinen ausgeübt wird und Produkte liefert, welche im Leben häufige Anwendung finden. — Die trockene Destillation des Oels und Harzes, sowie die der Steinkohlen werden wir unten in dem Kapitel über Leuchtmaterialien abhandeln.

b. Trockene Destillation des Holzes.

§. 289.

Bringt man Holzspäne in eine Retorte und erhitzt dieselbe, so erhält man folgende Produkte:

1) Kohle: in der Retorte; —
2) eine schwarze, übelriechende, dickflüssige Masse, sogenannten Theer, — und darüber eine wässerige, saure, brenzlich riechende Flüssigkeit, sogenannten Holzessig: in der Vorlage; —
3) brennbare Gase, welche entweichen.

Die letzteren sind: anfangs vorzugsweise Kohlensäure mit wenig schwerem Kohlenwasserstoffgas, — dann hauptsächlich Kohlenoxydgas mit wenig Kohlensäure und schwerem Kohlenwasserstoffgas, — im weiteren Verlaufe vorzugsweise schweres, dann leichtes Kohlenwasserstoffgas, — endlich dieses, gemengt mit reinem Wasserstoffgas. —

Da wir somit die Gase alle kennen, desgleichen die zurückbleibende Kohle, so bleibt bloß noch der Inhalt der Vorlage zu betrachten.

α. Bestandtheile des Holzessigs.

1. Destillirt man denselben bei gelinder Hitze, so erhält man am Anfang eine brennbare Flüssigkeit, welche man Holzgeist oder Holzalkohol nennt. Dieselbe stellt gereinigt ein dem gewöhnlichen Alkohol sehr ähnliches Liquidum dar. Sie siedet jedoch schon bei 66,5°, hat ein spec. Gewicht von 0,785 und einen geistigen eigenthümlichen Geruch. Der Holzgeist mischt sich mit Wasser, Weingeist und Aether in allen Verhältnissen. Seine Zusammensetzung wird durch die Formel $C_2H_4O_2$ ausgedrückt, aber in der Regel $C_2H_3 . O, HO$ geschrieben. Diese Schreibart wird durch dasselbe Verhalten gerechtfertigt, welches wir beim Alkohol kennen lernten; der Holzgeist liefert nämlich, wie jener, mit Schwefelsäurehydrat destillirt, einen Aether (Holzäther, C_2H_3O), den man als das Oxyd eines zusammengesetzten Radikals (des Methyls, C_2H_3) betrachten kann. — Der Holzgeist aber stellt das Hydrat des Methyloxyds dar. —

Unter denselben Umständen, unter welchen der Alkohol in Essigsäure übergeht, verwandelt sich der Holzgeist unter Zutritt von 4 Aeq. Sauerstoff in die Säure, welche wir oben bei der Bildung der Ulminsubstanz aus Zucker durch Schwefelsäure erwähnten, d. i. in Ameisensäurehydrat (C_2HO_3, HO) und 2 Aeq. Wasser. —

Das Ameisensäurehydrat, welches man auch durch Destillation der Ameisen mit Wasser, Sättigen des sauren Destillates mit einem Alkali, Abdampfen und Zersetzen des trockenen Salzes mit Schwefelsäurehydrat erhalten kann, stellt eine dem Essigsäurehydrat höchst ähnliche Flüssigkeit dar, welche jedoch dadurch von demselben sich leicht unterscheiden läßt, daß sie, mit Schwefelsäurehydrat erhitzt, in Wasser und Kohlenoxydgas ($C_2HO_3 = 2CO$ und HO), und mit Silber- oder Queckſilberoxyd erhitzt, unter Reduction der Oxyde, in Wasser und Kohlensäure zerfällt ($2AgO$ und C_2HO_3 liefern $2Ag$, C_2O_4 und HO).

2. Sättigt man den Holzessig mit kohlensaurem Natron, concentrirt die Flüssigkeit durch Eindampfen (wobei Wasser und Holzgeist mit etwas brenzlich ätherischem Oel [Brandöl] entweichen), filtrirt von dem ausgeschiedenen harzigen Körper (Brandharz) ab und läßt erkalten, so erhält man unreines essigsaures Natron, welches durch Umkrystallisiren und Schmelzen bei erhöhter Temperatur gereinigt werden kann. Die freie Säure des Holzessigs ist demnach

Essigsäure. Durch Destillation des gereinigten, aus dem Holzessig dargestellten essigsauren Natrons mit Schwefelsäurehydrat stellt man fabrikmäßig eine ziemlich starke Essigsäure dar, welche unter dem Namen concentrirter Essig in den Handel kommt.

3. Der Körper, welcher dem Holzessig den rauchigen Geruch ertheilt, und welcher auch im Theer in bedeutender Menge enthalten ist, hat den Namen Kreosot (Fleisch erhaltender Körper) bekommen, weil er die Fäulniß des Fleisches sehr kräftig zu verhindern vermag. — Seine Abscheidung und Reindarstellung ist sehr umständlich. Das Kreosot ist eine farblose, ölige, brennend schmeckende, stark und durchdringend brenzlich riechende Flüssigkeit, schwerer als Wasser, brennbar wie Oel, wenig in Wasser, leicht in Weingeist löslich, giftig.

Außer diesen drei Körpern hat man im Holzessig noch viele andere: Lignon, Xylit, Mesit, essigsaures Methyloxyd, essigsaures Ammon ꝛc. nachgewiesen.

β. Bestandtheile des Theers.

Der Theer besteht, seiner Hauptmasse nach, aus einem harzigen Körper, sogenanntem Brandharz, ferner einem mehr öligen (Brandöl) und einer großen Anzahl anderweitiger Produkte, die alle sehr schwer trennbar sind. Man hat bis jetzt unterschieden:

aa. Feste Körper:

1. Paraffin, einen farblosen, krystallinischen, wachsartigen Körper von der Zusammensetzung des schweren Kohlenwasserstoffgases;
2. Pittakal, — 3. Cedriret, — 4. Chrysen und 5. Pyren;

bb. Flüssigkeiten:

1. Eupion, ein dünnflüssiges, angenehm riechendes Liquidum;
2. Picamar, ein sehr bitter schmeckendes dickflüssiges Oel;
3. Kreosot, — 4. Kapnomor.

Es ist jedoch ungewiß, ob diese Körper alle wirklich im Theere enthalten sind, und wahrscheinlich, daß ein Theil erst unter dem Einflusse der zum Behufe der Trennung angewendeten Reagentien gebildet wird.

Das angeführte Beispiel mag genügen, von der complicirten Beschaffenheit der Produkte der trockenen Destillation einen Begriff zu geben. Befremden kann dieselbe nicht, wenn man bedenkt, daß, während die am Anfange entstehenden flüchtigen Produkte überdestilliren, die minder flüchtigen bei erhöhter Temperatur stets einer

weiteren Zersetzung unterliegen, wodurch begreiflicherweise eine große Mannigfaltigkeit von Zersetzungsprodukten entstehen muß.

B. Bei Zutritt der Luft.

a. Allgemeines.

§. 290.

Entzündet man einen organischen Körper bei Zutritt der Luft, so können natürlicherweise nur diejenigen Theile sich unmittelbar mit Sauerstoff verbinden (verbrennen), welche mit demselben in Berührung kommen, d. h. die an der Oberfläche befindlichen. Durch die bei diesem Verbrennungsprocesse entwickelte Hitze erleiden nun die inneren, von der Luft abgeschlossenen Theile eine trockene Destillation im vollsten Sinne des Wortes. Die in Folge davon entstehenden Produkte verflüchtigen sich, verbrennen mehr oder minder vollständig und stellen die Flamme dar. — Ist dabei der Luftzutritt so bedeutend, daß diese Produkte alle rasch und vollständig zu verbrennen Gelegenheit finden, so entstehen als Endprodukte nur Kohlensäure und Wasserdampf, und die Flamme leuchtet wenig (denn es ist ja kein fester glühender Körper vorhanden, §. 25), ist aber sehr heiß. — Findet hingegen der Zutritt der Luft in einer gewissen Beschränkung Statt, so verbrennt anfangs vorzüglich der Wasserstoff der gebildeten Kohlenwasserstoffe, die ausgeschiedenen festen Kohlenstofftheilchen schweben weißglühend in der Flamme und verbrennen erst später; in solchem Falle leuchtet eine Flamme, liefert aber als Endprodukte ebenfalls nur Kohlensäure und Wasserdampf. — Geht endlich die Verbrennung bei noch beschränkterem Luftzutritte von Statten, so entsteht keine so hohe Temperatur, daß die ausgeschiedenen Kohletheilchen alle, wenn sie mit der Luft in Berührung kommen, noch vollständig verbrennen könnten, desgleichen bleibt in dem Falle ein Theil der Produkte der im Inneren der Substanz flattfindenden trockenen Destillation unverbrannt; daher liefert eine Flamme unter solchen Umständen nicht bloß Kohlensäure und Wasser, sondern es erhebt sich aus ihr auch ein mehr oder minder schwarzer und undurchsichtiger, nach Kreosot ꝛc. riechender Rauch, welcher durch eine kalte Röhre — z. B. den Schornstein — geleitet, in diesem den verdichtbaren Theil der Produkte der trockenen Destillation nebst einem Theil der Kohlenstäubchen als Ruß absetzt, während die nicht verdichtbaren Gase, den Rest der Kohlenstäubchen mitreißend, als Rauch in die Luft entweichen.

Der Ruß, welcher sich in den Schornsteinen unweit der Feuer-

stelle ansetzt, bildet eine glänzende, firnißartige, schwarzbraune Decke und heißt Glanzruß; er besteht vorzugsweise aus ausgetrocknetem Theer und enthält nur wenig (3 bis 4 Proc.) Kohle, — derjenige hingegen, welcher sich in den entfernteren Theilen anlegt, erscheint als braunschwarze, pulvrige oder flockige Masse — Flatterruß — und ist weit reicher an Kohle. Am reichsten an Kohle ist der Ruß, welcher sich aus abgekühlten oder bei beschränktem Luftzutritt brennenden Oel- oder Harzflammen, oder den Flammen anderer an Kohlenstoff und Wasserstoff reicher, an Sauerstoff aber ärmer Substanzen absetzt (Kienruß). Auf die Bereitung desselben kommen wir in der Abtheilung IV. zurück.

Enthalten verbrennende Substanzen unorganische Bestandtheile, so wird stets ein kleiner Theil derselben durch den Gasstrom mitgerissen, der Rest bleibt als Asche zurück. — Der Ruß ist daher nie frei von unorganischen Bestandtheilen; er ist daran um so reicher, je näher an der Feuerstelle er sich angesetzt hat. Braconnot fand in 100 Theilen Glanzruß:

Kohlensauren Kalk mit Spuren von kohlensaurer Magnesia	14,66
Essigsauren Kalk	5,65
Schwefelsauren Kalk	5,00
Eisenhaltigen phosphorsauren Kalk .	1,50
Essigsaures Kali	4,10
Chlorkalium	0,36
Essigsaures Ammon (etwa)	0,20
Essigsaure Magnesia	0,53
Kieselerde	0,95
	32,95
Die übrigen	67,05

Proc. bestanden aus saurem Brandharze und verwandten Produkten der trockenen Destillation des Holzes, 3,8 Proc. Kohle und 12,5 Proc. Wasser. — Ich habe die Zusammensetzung des Rußes deshalb angeführt, weil er als Dünger mit Erfolg angewendet wird.

Je nachdem man nun bei einem Verbrennungsprocesse Wärme, Licht oder ausgeschiedene feinzertheilte Kohle (Kienruß) wünscht, muß man bald diese, bald jene der angeführten Bedingungen herzustellen sich bestreben.

b. Heizung bezweckende Verbrennungsprocesse und Brennmaterialien.

§. 291.

Die Lehre von den Brennmaterialien, der Heizung und den Heizungsapparaten ist Gegenstand der speciellen Technologie und von solcher Wichtigkeit und Bedeutung, daß sie auf wenigen Seiten unmöglich erschöpft werden kann. Unsere Aufgabe kann es daher nur sein, die wichtigsten Punkte dieses so interessanten Kapitels klar vor Augen zu stellen. — Wir wollen es in folgenden Sätzen thun.

1. Despretz hat durch Versuche gefunden, daß 1 Pfund reine Kohle bei vollständiger Verbrennung zu Kohlensäure 78,15 Pfd. Wasser von 0^0 auf 100^0 erwärmt, — daß hingegen 1 Pfd. Wasserstoffgas beim Verbrennen etwas mehr als dreimal so viel Wasser, nämlich 236,45 Pfd., um dieselbe Anzahl von Graden erhitzt. Da nun im ersten Falle, in welchem sich je 75 Thle. (1 Aeq.) Kohle mit je 200 Thln. (2 Aeq.) Sauerstoff verbinden, 2,666... Pfd. Sauerstoff verbraucht werden, und im zweiten, in welchem je 12,5 Thle. (1 Aeq.) Wasserstoff mit je 100 Thln. (1 Aeq.) Sauerstoff zusammentreten, 8,0 Pfd. Sauerstoff in Verbrauch kommen, so schloß er, daß die bei einer Verbrennung entwickelte Wärmemenge genau entspreche der Quantität des verbrauchten Sauerstoffs, denn

$$2{,}666 : 8 = 1 : 3.$$

Obgleich sich nun dieser Schluß nicht für alle Fälle bestätigte, so muß er doch für die beiden angeführten als wahr betrachtet werden.

2. Ebenso wie sich Kohlenstoff und Wasserstoff getrennt verhalten, so verhalten sie sich auch, wenn sie mit einander verbunden sind. 100 Pfd. schweres Kohlenwasserstoffgas entwickeln demzufolge bei Verbrennung zu Kohlensäure und Wasser folgende Wärmemenge:

85,7 Pfd. Kohlenstoff erwärmen von 0^0 auf 100^0
$85{,}7 \times 78{,}15 = 6683{,}4$ Pfd. Wasser
14,3 » Wasserstoff erwärmen von 0^0 auf 100^0
$14{,}3 \times 236{,}45 = 3381{,}2$ » »

100,0 Pfd. schweres Kohlenwasserstoffgas demnach 10064,6 Pfd. Wasser.

3. Nach derselben Weise lassen sich nun die Wärmemengen berechnen, welche alle aus Kohlenstoff und Wasserstoff, oder Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff bestehenden Brennmaterialien entwickeln. Jedoch hat man dabei auf zwei Punkte hauptsächlich Rücksicht zu nehmen, nämlich:

a) darauf, daß bei der Verbindung des in dem zusammengesetzten Körper bereits enthaltenen Sauerstoffs mit vorhandenem Wasserstoff oder Kohlenstoff keine Wärme entwickelt wird, — und

b) daß man die zur wirklichen Verwendung kommende Wärme erst dann richtig erfährt, wenn man von der überhaupt entwickelten die abzieht, welche zur Verdampfung des aus dem Wasserstoff und Sauerstoff des Holzes entstehenden Wassers, sowie etwa vorhandener Feuchtigkeit erfordert wird. —

4. Berechnen wir jetzt beispielsweise nach diesen Grundsätzen die Wärmemenge, welche 100 Pfd. frisch gefälltes Fichtenholz, und ferner die, welche dieselbe Holzmenge nach vorhergegangenem Trocknen entwickelt, und welche davon zur Verwendung kommt. (Die geringe Menge Asche bleibt hierbei unberücksichtigt.)

100 Pfd. trockenes Fichtenholz (Pinus Abies) enthalten:
Kohlenstoff 49,95, Wasserstoff 6,41, Sauerstoff 43,65;
100 Pfd. frisches Fichtenholz enthalten:
37,1 Pfd. Wasser und 62,9 Pfd. trockenes Holz,

demnach enthalten 100 Pfd. frisches Fichtenholz:

Kohlenstoff . .	31,42	
Wasserstoff . . .	4,03	
Sauerstoff . . .	27,45	
Trockenes Holz . . .		62,9
Wasser		37,1
		100,0.

100 Sauerstoff binden 12,5 Wasserstoff, — 27,45 Sauerstoff binden demnach 3,43 Wasserstoff zu 30,88 Wasser.

Zu unserem Zwecke können wir somit obige Zusammensetzung nunmehr auch also schreiben:

Kohlenstoff	31,42	
Wasserstoff (gewissermaßen freier) . .	0,60	
Wasserstoff } Sauerstoff } . . .	30,88	(zu Wasser zusammentretend).
Trockenes Holz		62,9
Wasser		37,1
		100,0.

31,42 Pfd. Kohlenstoff aber erwärmen von 0° auf 100°

$$31{,}42 \times 78{,}15 = 2455 \text{ Pfd. Wasser}$$

0,60 Pfd. Wasserstoff aber erwärmen von 0° auf 100°

$$0{,}6 \times 236{,}45 = 142 \text{ » »}$$

Bei der Verbrennung von 100 Pfd. frischem Fichtenholz wird demnach eine Wärme entwickelt, welche von 0° auf 100° erwärmt . . . . 2597 Pfd. Wasser.

Um 1 Pfd. Wasser von 0° in Dampf zu verwandeln, bedarf man aber eine Wärmemenge, welche hinreicht, um 6,5 Pfd. Wasser von 0° auf 100° zu bringen. — Nehmen wir nun der Einfachheit wegen an, das Holz werde mit einer Temperatur von 0° in den Ofen geschoben, so müssen demnach Pfunde Wasser von 0° in Dampf verwandelt werden:

a) bei dem trockenen Holze 30,88,

b) bei dem frischen Holze $30{,}88 + 37{,}10 = 67{,}98$;

dazu ist eine Wärme erforderlich, welche Pfunde Wasser von 0° auf 100° erwärmt:

a) bei dem trockenen Holze 200,

b) bei dem frischen Holze 442.

Demnach kann man durch Verbrennen von 100 Pfd. frischen Fichtenholzes Pfunde Wasser erwärmen von 0° auf 100°

$$2597 - 442 = 2155 \text{ Pfd.},$$

und durch dasselbe, nachdem man es von seinem Wasser befreit hat (wodurch es zu 62,9 Pfd. trockenem Holze wird),

$$2597 - 200 = 2397 \text{ Pfd.},$$

also $2397 - 2155 = 242$ Pfd. mehr.

5. Demnach steigert man durch Trocknen die *verwendbare* Wärme-*Quantität*, welche ein Brennmaterial zu liefern vermag; aber noch weit mehr steigert man die Wärme-*Intensität*, d. i. die Wärme, welche in einer gewissen Zeit durch eine bestimmte Menge des Brennmaterials entwickelt und verwendbar wird. — Erreicht man den letzteren Zweck schon durch Trocknen in einem gewissen Grade, so erreicht man ihn doch noch weit vollkommener, wenn man aus dem Brennmaterial auch den Sauerstoff wegschafft, welcher sich, beim Verbrennen, mit vorhandenem Wasserstoff zu Wasser verbindet. Dies gelingt durch Verkohlung, bei welcher er sich mit Wasserstoff und mit Kohlenstoff zu Gasen und anderen flüchtigen Verbindungen vereinigt, wie wir unten genauer sehen werden, und wodurch man den sauerstofffreien Brennstoff in concentrirter Form erhält.

6. Wir haben also nunmehr eine zuverlässige Methode kennen gelernt, die Wärmemenge zu bestimmen, welche ein Kohlen- und Wasserstoff enthaltender Körper überhaupt liefert, sowie den Verlust, welcher durch die Ueberführung von Wasser in Dampf entsteht, und gesehen, daß man zur Ausführung dieser Berechnung nur den Kohlenstoff-, Wasserstoff- und Sauerstoffgehalt, also die Ergebnisse der Elementaranalyse, zu kennen braucht. Man hat jedoch auch noch andere Methoden versucht, die Heizkraft der Brennmaterialien zu bestimmen, und zwar folgende:

α) Man verbrannte die zu prüfenden Substanzen in der Weise, daß die entwickelte Wärme vollständig verwendet wurde, entweder um eine bestimmte Menge Eis zu schmelzen, oder eine bestimmte Menge Wasser zu erwärmen (calorimetrische Methoden).

β) Man glühte den zu prüfenden Brennstoff mit einem Ueberschusse von Bleiglätte so lange, bis er auf Kosten des im Bleioxyde enthaltenen Sauerstoffs vollständig verbrannt war, und wog das reducirte metallische Blei (Berthier's Methode).

Dieses letztere Verfahren gründet sich darauf, daß man aus der Menge des Sauerstoffs, welche zum Verbrennen von Kohlenstoff oder Wasserstoff, gleichgültig in welchem Verhältnisse sie gemischt sind, verbraucht wird, die Wärmemenge berechnen kann, welche sie liefern, vergl. 1). (Wasserstoff braucht dreimal so viel Sauerstoff als Kohlenstoff, liefert aber auch ein dreimal so großes Wärmequantum.) — Für je 2,666 Pfd. Sauerstoff, welche Kohlen- oder Wasserstoff verbrannt haben, erhält man nun eine Wärmemenge, welche 78,15 Pfd. Wasser von 0° auf 100° erwärmt, — für je 2,666 Pfd. Sauerstoff erhält man aber, wenn solche aus Bleioxyd abgeschieden werden, 34,5 Pfd. Blei, — also entsprechen 34,5 Pfd. Blei auch obiger Wärmemenge. Da nun 34,5 in 78,15 2,265 Mal enthalten ist, so ergiebt sich, daß man die Menge des reducirten Bleies nur mit 2,265 zu multipliciren braucht, um die Anzahl der Pfunde Wasser zu finden, welche durch die bei Verbrennung des geprüften Brennstoffs entwickelte Wärme von 0° auf 100° erhitzt werden würden.

7. Um jedoch diese verschiedenen Methoden, die Heizkraft eines Brennstoffs zu bestimmen, richtig zu würdigen, hat man zu bedenken, daß dieselben nicht gleiche, sondern verschiedene Resultate liefern müssen.

a) Die calorimetrischen Versuche liefern nämlich die wirklich verwendbare Wärmemenge unmittelbar.

b) Die Proben mit Bleioxyd liefern die Gesammtmenge der erzeugten Wärme, ohne Abzug für die zur Verdunstung des Wassers nöthige Quantität.

c) Die Elementaranalyse endlich läßt eine Berechnung nach dieser und jener Art zu.

8. In der folgenden Tabelle I. wollen wir uns nun die von verschiedenen Brennmaterialien bei der Verbrennung entwickelte Wärmemenge vor Augen führen, wie sie sich aus Versuchen nach der Berthier'schen Methode ergaben. Ein B hinter dem Brennstoff sagt, daß der Versuch von Berthier, ein W, daß er von Winkler gemacht wurde. In der ersten Zahlencolumne ist die Anzahl der Pfunde Wasser angeführt, welche von 0° auf 100° erwärmt werden; in der zweiten ist die entwickelte Wärmemenge in Zahlen ausgedrückt, welche das Verhältniß derselben zu der angeben, die der reine Kohlenstoff beim Verbrennen liefert. Die von letzterem entwickelte Wärmemenge nennen wir 100.

I.

Ein Pfund Brennstoff entwickelt Wärme, welche erhitzen würde	Pfunde Wasser von 0° auf 100°	Entwickelte Wärmemenge, die des Kohlenstoffs = 100
1. Holzarten:		
Eichenholz, mit 9 Proc. Wasser (W.)	31,82	40,7
» gewöhnlich trocken (B.)	28,30	36,2
Eschenholz, mit 9 Proc. Wasser (W.)	33,89	43,4
Ahornholz, » » » » »	32,07	41,0
» gewöhnlich trocken (B.)	29,70	38,0
Buchenholz, mit 9 Proc. Wasser (W.)	31,71	40,6
» gewöhnlich trocken (B.)	31,00	39,7
Birkenholz, mit 9 Proc. Wasser (W.) . . .	31,90	40,8
» gewöhnlich trocken (B.)	31,70	40,6
Ulmenholz, mit 9 Proc. Wasser (W.)	32,84	42,0
Pappelholz, » » » » »	29,54	37,9
Lindenholz, » » » » »	32,80	42,0
Weidenholz, » » » » »	29,67	38,0
Fichtenholz, » » » » »	31,39	40,2
» gewöhnlich trocken (B.)	32,80	42,0
Tannenholz, mit 9 Proc. Wasser (W.)	31,44	40,2
» gewöhnlich trocken (B.)	31,00	39,7
Kiefernholz, mit 9 Proc. Wasser (W.)	30,06	38,5
Hainbuchenholz, gewöhnlich trocken (B.)	28,3	36,2
Erlenholz, » » »	31,0.	39,7

Ein Pfund Brennstoff entwickelt Wärme, welche erhitzen würde		Pfunde Wasser von 0^0 auf 100^0	Entwickelte Wärmemenge, die des Kohlenstoffs = 100
2. Holzkohlen:			
Die einzelnen Arten fast ohne Abweichung (ganz trocken), Mittel (W.)		75,7	96,9
Käufliche Kohlen, Mittel (B)		68,0	87,0
Ganz wasserfreie Kohlen, Mittel (B.)		72,0	92,2
3. Torfarten:			
Unter 24 Sorten a. dem Erzgebirge die geringste (W.)		26,9	34,4
	die beste . . .	42,6	54,5
6 Sorten von verschiedenen Fundorten (B.)			
	beste	34,9	44,7
	geringste . . .	18,1	23,2
4. Torfkohlen:			
4 Sorten von verschiedenen Fundorten (B.)			
	beste	58,9	75,4
	geringste . . .	40,1	51,3
5. Braunkohlen:			
15 Sorten von verschiedenen Fundorten (B.)			
	beste	57,3	73,3
	geringste . . .	36,9	47,2
	Mittel	45,1	57,7
21 Sorten von verschiedenen Fundorten (Kühnert, Regnault, Varrentrapp)	beste	63,9	81,8
	geringste . . .	41,3	52,9
	Mittel	51,2	65,5
6. Steinkohlen:			
a) Backkohlen:			
20 Sorten von verschiedenen Fundorten (B.)			
	beste	72,0	92,2
	geringste . . .	52,8	67,6
	Mittel	63,7	81,5
b) Sinterkohlen:			
9 Sort. v. versch. Fundort. (B.)	beste	61,6	78,8
	geringste . . .	43,9	56,2
	Mittel	54,2	69,4
c) Sandkohlen:			
3 Sorten (B.)	beste	71,6	91,7
	geringste . . .	50,3	64,4
	Mittel	64,0	81,9
7. Coaks:			
4 Sorten (B.)	beste	65,6	84,0
	geringste . . .	50,3	64,4
	Mittel	59,8	76,5

9. In der folgenden Tabelle II. sollen nunmehr einige Resultate mitgetheilt werden, welche unmittelbar calorimetrisch gewonnen oder nach der in 4. angeführten Weise berechnet sind. Sie beziehen sich nicht auf die überhaupt entwickelte Wärmemenge, sondern auf die verwendbare, d. h. auf die gesammte, nach Abzug der zur Wasserverdampfung verbrauchten, oder mit anderen Worten, auf die wirkliche Heizkraft. Zur genaueren Belehrung ist jedoch auch auf der rechten Seitenhälfte in der ersten und zweiten Zahlencolumne die wirklich entwickelte Wärmemenge und der Wärmeverlust durch Wasserverdampfung angeführt.

II.

Calorimetrische Versuche von Rumford			Ergebnisse aus den S. 341 mitgetheilten Elementaranalysen von Schödler u. Petersen			
Namen der Brennstoffe	Wirklich verwendbare Wärme, welche erhitzt Pfunde Wasser von 0° auf 100°	Wirkliche Heizkraft, die des Kohlenstoffs = 100	Namen der Brennstoffe	Pfunde Wasser, welche durch die im Ganzen entwickelte Wärmemenge von 0° auf 100° erhitzt werden würden	Wärmeverlust durch Wasserverdampfung	Wirklich verwendbare Wärme, welche erhitzt Pfunde Wasser von 0° auf 100°	Wirkliche Heizkraft, die des Kohlenstoffs = 100
1. Lindenholz.							
Trockenes Tischlerholz, 4 Jahre liegend	34,7	44,4	vollkommen trocken	41,88	3,18	38,7	49,5
» » leicht gedörrt	38,8	49,7					
» » stark gedörrt	40,1	51,3					
2. Buchenholz.							
Trockenes Tischlerholz, 4—5 J. liegend	33,8	43,2					
Dasselbe, stark gedörrt	36,5	46,7	vollk. trocken	39,46	3,30	36,2	46,3
3. Rüsternholz.							
Tischlerholz, 4—5 J. liegend	30,2	38,7					
Dasselbe, stark gedörrt	34,1	43,6	vollk. trocken	41,59	3,17	38,42	49,18
» braun »	30,1	38,5					
4. Eichenholz.							
Gewöhnliches Brennholz in dünnen Hobelspänen	26,3	33,7					
Dasselbe in mittler. Hobelspänen	25,6	32,8					
Dasselbe in dickeren »	24,7	31,6					
Dasselbe gut lufttrocken . . .	29,2	37,4					
Sehr trockenes Tischlerholz in dünnen Spänen	29,8	38,1	vollk. trocken	39,82	3,25	36,57	46,81
Dasselbe in dickeren	26,2	33,5					

Calorimetrische Versuche von Rumford			Ergebnisse aus den S. 341 mitgetheilten E mentaranalysen von Schödler u. Peters				
Namen der Brennstoffe	Wirklich verwendbare Wärme, welche erhitzt Pfunde Wasser von 0° auf 100°	Wirkliche Heizkraft, die des Kohlenstoffs = 100	Namen der Brennstoffe	Pfunde Wasser, welche durch die im Ganzen entwickelte Wärmemenge von 0° auf 100° erhitzt werden würden	Wärmeverlust durch Wasserdampfung	Wirklich verwendbare Wärme, welche erhitzt Pfunde Wasser von 0° auf 100	Wirkliche Heizkraft, die des Kohlenstoffs = 100
5. Eschenholz.							
Gewöhnl. trockenes Tischlerholz	30,7	39,3					
Dasselbe, an der Luft getrocknete Hobelspäne	33,7	43,1					
Dasselbe, auf dem Ofen gedörrte Hobelspäne	35,4	45,3	vollk. trocken	39,76	3,26	36,50	46,7
6. Ahornholz.							
Stark auf dem Ofen getrocknet	36,1	46,21	vollk. trocken	40,85	3,21	37,64	48,1
7. Eberesche.							
Stark auf dem Ofen gedörrt .	36,1	46,2					
Dasselbe, braun gedörrt . . .	32,3	41,3					
8. Vogelkirsche.							
Trockenes Tischlerholz	33,3	42,6					
Stark auf dem Ofen getrocknet	36,9	47,2					
Braun gedörrt	34,7	44,4					
9. Fichtenholz.							
Gewöhnl. trockenes Tischlerholz	30,3	38,8					
Dasselbe in gut lufttrockenen Hobelstreifen	34,0	43,5					
Dasselbe in ofentrockenen Hobelstreifen	37,4	47,9	vollk. trocken	41,25	3,19	38,06	48,72
Dasselbe braun gedörrt	33,4	42,5					
Dasselbe in dicken Spänen . .	28,7	36,6					
10. Pappelholz.							
Tischlerholz, gewöhnl. trocken	34,6	44,3					
Dasselbe, stark ofentrocken . .	37,2	47,6	vollk. trocken	40,72	3,22	37,50	48,00
11. Hainbuchen.							
Tischlerholz, gewöhnl. trocken	31,7	40,6					

Vergleicht man die Resultate, welche calorimetrisch und aus der Elementaranalyse gewonnen sind, und bedenkt man dabei, daß es nicht dieselben, sondern ganz verschiedene Holzstücke waren, die nach jener und dieser Methode untersucht wurden, so muß man über

die Uebereinstimmung erstaunen, welche zwischen den meisten dieser Resultate stattfindet.

10. Nachdem wir nunmehr die Heizkraft der Brennmaterialien, wie sie durch genaue Versuche festgestellt ist, überschaut haben, fragt es sich, ob diese Kenntniß genüge, den wahren Werth der Brennmaterialien zu beurtheilen. Auf diese Frage muß mit Nein geantwortet werden, weil es sich in der Praxis nicht bloß darum handelt, eine gewisse Wärmemenge überhaupt zu entwickeln, sondern weil man dieselbe bald in kurzer Zeit: zur Hervorbringung intensiver Hitze — bald in längerer: zu andauernder Erwärmung — benutzen will. Deswegen zieht man z. B. das feste Buchenholz dem lockeren Lindenholze oder dem Fichtenholze zur Stubenheizung vor, obgleich letztere bei gleichem Gewichte mehr Wärme entwickeln, weil dieser Vortheil dadurch ganz und gar aufgehoben wird, daß das Linden- und Fichtenholz so schnell verbrennt, daß die entwickelte Wärme sich nicht gehörig dem Ofen mittheilen kann und somit für den praktischen Zweck theilweise verloren geht. — Backöfen, Ziegelöfen, Porzellanöfen ꝛc. aber heizt man lieber mit Fichtenholz, weil man eben hierbei nicht eine länger dauernde gelinde, sondern eine rasche und starke Hitze beabsichtigt.

11. Die Schnelligkeit nun, mit welcher ein Brennmaterial verbrennt, ist abhängig von drei Umständen:

a) von dem Gehalte an überschüssigem Wasserstoff, d. h. an solchem, der nicht durch vorhandenen Sauerstoff zu Wasser gebunden wird. — Je mehr solcher vorhanden, um so schneller erfolgt die Verbrennung, weil derselbe mit einem Theile des Kohlenstoffs sich zu sehr verbrennlichen Gasen und Dämpfen verbindet. Sie bewirken am Anfange das flammende Verbrennen, welches sich um so mehr auf Kosten des späteren Verglimmens der Kohle ausdehnt, je mehr Wasserstoff vorhanden ist. Durch die Flamme wird die gesammte Masse des Brennmaterials schnell zur Entzündungstemperatur erhoben, und so ein rasches Verbrennen des Ganzen herbeigeführt. — Die Menge des überschüssigen Wasserstoffs aber, welche man findet, indem man $\frac{1}{8}$ der Sauerstoffmenge von dem Gesammtquantum des Wasserstoffs abzieht, denn so viel bindet der Sauerstoff (12,5 : 100 = 1 : 8), ist bei den einzelnen Hölzern verschieden und bei den leichten und harzigen vorwaltend, wie sich aus folgender Uebersicht ergiebt:

In 1000 Theilen trockenen Holzes ist

überschüssiger Wasserstoff		überschüssiger Wasserstoff	
Lindenholz	13,94	Kiefer (P. sylv.)	7,74
Ulmenholz	10,01	Weide	7,60
Fichtenholz (P. abies)	9,54	Birke	7,47
Tannenholz (P. picea)	8,78	Buche	6,54
Lärche	8,62	Eiche	5,08
Ahorn	8,24	Esche	5,04
Pappel	8,11	Holzfaser (rein)	0,00

b) Von der Dichtigkeit. — Diesen Umstand lernt man würdigen, wenn man bedenkt, daß neben dem an der Außenfläche des Brennmaterials stattfindenden Verbrennungsprocesse im Inneren desselben stets auch noch eine, brennbare Gase ꝛc. liefernde und die Verbrennung sehr beschleunigende, trockene Destillation stattfindet, daß diese aber erstens um so schneller verläuft, und zweitens eine um so lockerere und verbrennlichere Kohle liefert, je weniger dicht das Brennmaterial ist. Die specifischen Gewichte verschiedener Brennmaterialien ergiebt die folgende Uebersicht. Die Substanzen sind dabei in dem Zustande (mit dem Luft- und Wassergehalte) gewogen, wie sie zur Anwendung kommen, denn dies ist hier das Entscheidende. — An und für sich, d. h. abgesehen von der eingeschlossenen Luft, sind alle gewöhnlichen Brennmaterialien, alle Hölzer z. B., schwerer als Wasser.

Hölzer	Nach Hartig		Nach Winkler
	frisch gefällt	lufttrocken	stark getrocknet
Traubeneiche	1,0754	0,7075	0,663
Stieleiche	1,0494	0,6777	0,663
Baumweide (Salix alba)	0,9859	0,4873	0,457
Buche	0,9822	0,5907	0,560
Ulme	0,9476	0,5474	0,518
Hainbuche	0,9452	0,7695	0,691
Lärche	0,9205	0,4735	0,441
Kiefer (Pinus sylvestr.)	0,9121	0,5502	0,485
Ahorn (Acer pseudoplatanus)	0,9036	0,6592	0,618
Esche	0,9036	0,6440	0,619
Birke	0,9012	0,6274	0,598
Fichte (Pinus abies)	0,8941	0,5550	0,493
Weißtanne (Pinus picea)	0,8699	0,4716	0,434
Erle	0,8571	0,5001	0,443
Linde	0,8170	0,4390	0,431
Schwarzpappel	0,7795	0,3656	0,346
Espe	0,7654	0,4302	0,418
Italienische Pappel	0,7634	0,3931	
Saalweide	0,7155	0,5289	0,501

Holzkohlen (lufttrocken).

a. Ohne Zwischenräume (Hassenfratz).

Erlenkohle 0,134, — Birkenkohle 0,203, — Weißbuchenkohle 0,183, — Eichenkohle 0,155, — Rothbuchenkohle 0,187, — Rothtannenkohle 0,176, — Lindenkohle 0,106.

b. Mit den Zwischenräumen, wie sie sich beim Aufschütten bilden (Knapp).

Buchenkohle (aus Scheitholz) 0,129, — (aus Prügelholz) 0,110, — Kohle von Eichenscheitholz 0,114, — von Eichenprügelholz 0,094, — von den weichen Hölzern 0,075, — von Nadelhölzern 0,094.

Torfarten (lufttrocken).

Heller junger Rasentorf (Hannover, Karmarsch)		0,113	bis 0,263
Junger Braun- und Schwarz-Torf	(» »)	0,240	» 0,600
Alter Erdtorf ohne Fasertextur	(» »)	0,564	» 0,902
Griesheimer Formtorf		0,706	

Braunkohlen (lufttrocken).

Holzige Braunkohlen (Regnault)	1,100	— 1,85
» » im Durchschnitt (Kühnert)	1,279	
Erdige » » » (Regnault)	1,254	— 1,276
» » » » (Kühnert)	1,310	— 1,436

Steinkohlen.

Höchstes specifisches Gewicht	1,5
Niedrigstes specifisches Gewicht . . .	1,2

c) Von dem Grade der Zertheilung. — Hobelspäne brennen schneller als fein gespaltenes Holz; dieses schneller als dickspaltiges. Dabei ist jedoch zu bemerken, daß die Schnelligkeit des Verbrennens nur bis zu einem gewissen Grade der Zertheilung zunimmt, bei weiterer aber wieder geringer wird; so brennen Sägespäne fast gar nicht mehr, weil sie so dicht auf einander liegen, daß ein gehöriger Luftzug nicht stattfinden kann.

12. Die Intensität der Wärme, welche ein Brennmaterial liefert, ist um so größer:

a) je mehr Wärme ein gewisses Quantum liefert und

b) je schneller es verbrennt.

13. Da man bei den Brennmaterialien, namentlich den Hölzern, häufig mehr auf Volumen als Gewicht zu sehen hat, z. B. beim Einkauf, beim Füllen eines Ofens ꝛc., so gebe ich im Folgen-

den noch eine Uebersicht über die entwickelte Wärmemenge und über die verwendbare, welche gleiche Volumina Brennhölzer liefern. — Ich habe dabei die oben mitgetheilten, von Rumford, Berthier und Hartig herrührenden Zahlen zu Grunde gelegt.

Ein Decimeter (Raum eines Liters) folgender lufttrockener Brennhölzer

	wiegt Kilogramme	Rumford		Berthier	
		erwärmt beim Verbrennen Kilogramme Wasser v. 0° auf 100°	Heizkraft, die des lufttrockenen Buchenholzes = 100	entwickelt b. Verbrennen Wärme, welche erhitzen würde Kilogr. Wasser v. 0° auf 100°	Entwickelte Wärme, die des Buchenholzes = 100
Hainbuche	0,7695	24,39	122,20	21,77	118,64
Traubeneiche	0,7075	19,81	99,25	20,00	109,00
Birke	0,6274			19,88	108,35
Ahorn	0,6592			19,57	106,65
Buche	0,5907	19,96	100,00	18,31	100,00
Weißtanne (Pin. pic.) . .	0,4716			17,20	93,74
Esche	0,6440	19,77	90,05		
Kiefer (Pin. sylv.) . . .	0,5502			16,28	88,72
Erle	0,5001			15,50	84,47
Fichte (Pin. abies) . . .	0,5550	16,81	84,22	15,47	84,31
Ulme	0,5474	16,53	82,81		
Linde	0,4390	15,23	76,30		
Italienische Pappel . . .	0,3931	13,60	68,14		

14. In der folgenden Tabelle sind endlich noch einige Resultate angeführt, aus denen die Heizkraft im Saft und außer Saft gefällten Holzes zu ersehen ist. Sie sind calorimetrisch ausgeführt und beziehen sich ebenfalls auf gleiche Volumina. Die Heizkraft des lufttrockenen Buchenholzes ist = 100 gesetzt.

Namen der Hölzer	Die Versuche wurden angestellt von Hartig		Wernek	
	die verwendeten Hölzer waren lufttrocken u. gehauen			
	im Saft	außer Saft	im Saft	außer Saft
Ahorn, Stangenholz . .		114,9	102,1	108,4
» Stammholz . .		114,1		104,0
Birke, Stangenholz . .		72,2	75,9	80,6
» Stammholz . . .		86,1		88,5
Buche, Stangenholz . .	95,3	99,6	98,4	102,1
» Stammholz . . .		100,0		100,0
Traubeneiche, Stangenholz			85,6	88,2
» Stammholz		97,2		85,3
Stieleiche, Stammholz .		91,1		84,6
» Stangenholz .		96,4	82,2	86,0
Erle, Stammholz . . .		57,5		52,7
Esche, Stammholz . . .		100,7		103,1
» Stangenholz . . .		100,6	100,6	105,4
Fichte		78,6		70,6
» Stockholz				76,3
Hainbuche, Stammholz .	89,7	107,4		103,5
» Stangenholz .		111,6	104,0	107,8
Kiefer, Stammholz . .		88,8		92,5
» Stockholz . . .				110,2
Linde, Stammholz . . .		68,1		68,2
Pappel, gemeine schwarze		51,4		49,6
Weißtanne, Stammholz .		70,0		69,7
» Stockholz . .				76,3
Ulme, Stammholz . . .		87,1		90,8
» Stangenholz . .		82,1	85,3	85,5
Saalweide, Stangenholz .	71,7	82,0		
» Stammholz .		76,4		

15. Wir haben bisher bei Beurtheilung der überhaupt entwickelten oder der verwendbaren Wärme stets die Quantität des Brennmaterials gleich gesetzt und dadurch für die einzelnen Brennmaterialien verschiedene Effecte gefunden, — setzt man aber umgekehrt die Effecte gleich, so bekommt man für die Brennmaterialien den chemischen Aequivalenten vergleichbare Zahlen, welche die Quantitäten der Brennmaterialien, nach Gewicht oder Raum, bezeichnen, die einander in Bezug auf Wärmeentwicklung oder Heizeffect zu ersetzen im Stande sind und somit als gleichwerthig erachtet werden können. — Folgende Tabelle mag als Probe einer derartigen

Zusammenstellung dienen; ich habe dabei lufttrockenes Buchenholz, und bei den Gewichtsäquivalenten auch reinen Kohlenstoff = 100 gesetzt:

	Dem Volumen nach sind einander äquivalent Buchenholz = 100		Dem Gewicht nach sind einander äquivalent, in Bezug auf entwickelte Wärme	
	Rumford	Berthier	Berthier	
	in Bezug auf Heiz-effect	in Bezug a. entwickelte Wärme	Buchenholz = 100	Kohlenstoff = 100
Hainbuche, lufttrocken	81,9	84,1	109,6	276,2
Traubeneiche »	100,8	91,5	109,6	276,2
Birke »	—	92,0	94,5	246,3
Ahorn »	—	93,6	104,5	263,2
Buche »	100,0	100,0	100,0	251,7
Weißtanne »	—	106,4	100,0	251,7
Esche »	100,9	—	91,47	230,4
Kiefer »	—	112,7	103,1	259,7
Erle »	—	118,4	100,0	251,7
Fichte »	118,7	118,3	94,5	238,1
Ulme »	120,8	—	94,5	238,1
Linde »	131,7	—	94,5	238,1
Pappel »	146,7	—	104,7	263,8
Holzkohle, käufliche, Durchschnitt (Berthier)	—	—	45,6	114,9
Holzkohle, ganz trockene, Durchschnitt (Winkler)	—	—	41,0	103,2
Torf, geringste Sorte	—	—	171,1	431,0
» beste Sorte	—	—	88,8	223,7
Torfkohle, geringste Sorte . .	—	—	77,4	194,9
» beste Sorte	—	—	52,6	132,6
Braunkohle, Mittel	—	—	52,2	132,1
Steinkohle (Backkohle), Mittel .	—	—	58,7	147,9
» (Sinterkohle) » .	—	—	57,2	144,1
» (Sandkohle) » .	—	—	48,5	122,1
Coaks, Mittel	—	—	51,9	130,7

16. Bei der Verwendung der Brennmaterialien darf nie vergessen werden, daß man den ganzen Wärmeeffect niemals wirklich als solchen zur Benutzung hat, weil die Verbrennungsprodukte stets noch mehr oder weniger heiß in den Schornstein entweichen. Bei unseren gewöhnlichen Oefen ist dies sogar, wie bekannt, eine absolute Nothwendigkeit, weil nur dadurch die Zuführung neuer Luft und die Wegschaffung der verbrauchten ꝛc. bewerkstelligt wird.

Anhang zu den Brennmaterialien.

§. 292.

Torf, Braunkohlen, Steinkohlen.

Nachdem wir oben das Allgemeine über die Wärmeentwicklung der Brennmaterialien gesagt haben, bleibt uns übrig, diejenigen Brennstoffe näher in's Auge zu fassen, deren Natur wir noch nicht kennen gelernt haben. Es sind dies Torf, Braunkohle und Steinkohle. Alle drei sind Zersetzungsprodukte von Pflanzen; ihre Verschiedenheit ist bedingt:

a) durch ihr Alter;
b) durch die Art der Pflanzen, deren Ueberreste sie darstellen;
c) durch die Umstände, unter denen die Zersetzung stattfand.

1. Torf.

§. 293.

Der Torf ist ein Gebilde der neueren Zeit; er ist entstanden und entsteht fortwährend aus Sumpfgewächsen (Binsen, Rietgräsern, Moosen ꝛc.), deren Ueberreste sich mehr und mehr angehäuft haben und anhäufen, indem über den abgestorbenen früheren Vegetationen stets neue entstanden sind und entstehen. — Die meist unter Wasser befindlichen Pflanzenüberreste erleiden dabei eine eigenthümliche Zersetzung und gehen unter Entwicklung von Kohlensäure und Sumpfgas (leichtem Kohlenwasserstoff) in eine mehr oder weniger braune oder schwarze Substanz über, welche ausgestochen oder ausgebaggert, so oder nach vorhergegangenem Pressen getrocknet und alsdann verbraucht wird. —

Der jüngere Torf zeigt noch sehr deutlich die Struktur der abgestorbenen Pflanzen: je mehr aber die Zersetzung fortgeschritten ist, um so weniger ist die Struktur erkennbar. Alter Torf stellt daher eine mehr erdartige und der älteste eine pechartige Masse dar (Pechtorf).

Der Torf besteht aus Ulmin- und Huminsubstanzen und verwandten Zersetzungsprodukten; er unterscheidet sich von der Substanz der Gewächse, welche ihn geliefert haben, stets dadurch, daß er reicher an Kohlenstoff und ärmer an Sauerstoff ist. — Jener steigt bis zu 60 Proc. — dieser sinkt bis zu 30, während in der Holzfaser von jenem 52,6, von diesem 42,1 Proc. enthalten sind.

Was die Aschenmenge im Torfe betrifft, so ist dieselbe sehr verschieden, je nachdem er mehr oder weniger mit Erde untermengt ist.

Man hat welchen untersucht, der nur 1 bis 1,5 Proc. Asche lieferte, während andere Sorten 5, 10, 20, ja 30 Proc. Asche lieferten. — Aus dem Mitgetheilten ergiebt sich schon von selbst, daß auch der unverbrennliche Theil des Torfes keine bestimmte Zusammensetzung haben, und nur in Bezug auf die wirkliche Asche der vermoderten Vegetabilien, nicht aber in Hinsicht auf die beigemengte Erde, eine gewisse Uebereinstimmung zeigen kann.

Das Gesagte findet die beste Bestätigung, wenn man die Analysen verschiedener Torfaschen vergleicht:

	Torfasche	
	vom Fichtelgebirge (Fikentscher)	von Vassy (Departement de la Marne) (Berthier)
Kieselsäure	36,5	
Thonerde	17,3	22,5
Eisenoxyd	33,0	
Kohlensaurer Kalk	2,0	51,5
Magnesia	3,5	
Schwefelsaurer Kalk	4,5	26,0
Chlorcalcium	0,5	
Kohle	2,7	
	100,0	100,0

Alkalien und phosphorsaure Salze fehlen in der Torfasche gewöhnlich, weil sie während des Vermoderungsprocesses aufgelöst und weggeschwemmt werden.

2. Braunkohlen und 3. Steinkohlen.

§. 294.

An vielen Orten der Erde findet man in geringer Tiefe unter der Oberfläche meist ausgedehnte Lager einer braunen, bald mehr erdigen, bald mehr holzigen, kohlenstoffreichen Substanz, meist lagernd auf losem Sand und überdeckt von Lehm, Sand, Süßwasserkalk ꝛc.: die Braunkohle. — Ebenfalls sehr verbreitet und in noch ungleich mächtigeren Lagern, aber weit tiefer unter der Oberfläche, finden sich die schwarzen, glänzenden, sehr kohlenstoffreichen Massen, welche wir Steinkohle und in gewissen Fällen Anthracit nennen.

Wer ein einziges Mal in einem Braunkohlenwerke war, woselbst noch holzige Braunkohlen vorkommen, und dort die riesenhaften Bäume in langen Reihen hingestreckt sah, — wer ferner in den

Steinkohlen die Abdrücke von Pflanzentheilen gesehen hat (welche sich jedoch nur spärlich finden), kann nicht zweifelhaft sein über die Herstammung dieser Kohleablagerungen. Es sind offenbar die Ueberreste der Pflanzengenerationen früherer Perioden, verändert unter dem Einflusse mannigfacher Kräfte. —

Die Braunkohlen, wenigstens die meisten, verdanken ihren Ursprung untergegangenen Wäldern; dies kann man mit zuverlässiger Gewißheit behaupten, denn es lassen sich die umgestürzten Bäume oft noch nach Gattung und Art bestimmen. Sie sind entstanden durch einfache Vermoderung unter Miteinfluß des Wassers und, wie es scheint, bei beschränktem Luftzutritte. — Braunkohlen bilden sich noch fortwährend; die von den Strömen Amerikas mitgerissenen, in der Nähe der Mündung abgelagerten und übersandet liegen bleibenden Stämme verwandeln sich jetzt gerade so gut in Braunkohlen, wie die Bäume der Vorzeit; ja wenn man nur die abgerundeten Holzstückchen betrachtet, welche die Meereswogen unablässig an den Strand werfen, Trümmer, die bei beschränktem Luftzutritte lange dem Einflusse des Wassers ausgesetzt waren, so findet man, daß ihre Substanz der der Braunkohlen sehr nahe steht.

Die Braunkohlen sind je nach ihrem Alter, dem Drucke der Erdschichten, unter denen sie begraben liegen, dem geringeren oder bedeutenderen Luftzutritte, dem mehr oder minder mächtigen Einflusse der Feuchtigkeit, der Art der Bäume, von denen sie stammen ꝛc., sehr verschieden und die Mineralogen unterscheiden deshalb, wie bekannt: bituminöses Holz, gemeine Braunkohle, Moorkohle, Pechkohle, Erdkohle u. s. w.

Ihrer chemischen Natur nach ist die Braunkohle stets reicher an Kohlenstoff und ärmer an Wasserstoff und Sauerstoff als das Holz, wie sich dies aus der Analyse klar ergiebt.

	C	H	O u. N	Asche	
Holzige Braunkohle von Köln	63,29	4,98	26,24	5,50	(Regnault)
Erdige » von Helmstedt	68,57	4,84	19,87	6,72	(Varrentrapp)
» » von Dax	70,49	5,59	18,93	5,00	(Regnault)
Braunkohle von Uttweiler	77,10	2,54	19,35	1,00	(Karsten).

Bei der Bildung der Braunkohlen entweicht vornehmlich Kohlensäure, wie dies sowohl aus Vergleichung der Formeln ersehen, als auch aus der Thatsache erschlossen werden kann, daß kohlensäurereiche Wasserquellen oder Kohlensäuregasquellen meist in der Nähe von Braunkohlenlagern vorkommen.

Was die Asche der Braunkohlen betrifft, so schwankt ihre Menge nach den bisherigen Erfahrungen von 1 bis 58 Proc. Etwas Be-

stimmtes läßt sich also darüber nicht sagen, wie sich dies schon aus der Natur der Sache ergiebt; dasselbe gilt von den Bestandtheilen der Asche.

In Bezug auf Wassergehalt sind die Braunkohlen ebenfalls sehr verschieden, die frisch aus den Gruben kommenden enthalten oft 40 bis 50 Proc., die lufttrockenen 20—30 Proc. (Otto).

Bei der Anwendung der Braunkohlen kommt ferner in Betracht, ob dieselben Schwefelkies enthalten (wie dies nicht selten vorkommt) oder nicht; in jenem Falle sind sie zur Feuerung wenig geeignet, weil erstens die entstehende schweflige Säure belästigt, und zweitens der Schwefeldampf die Oefen ꝛc. verdirbt. — Daß an Schwefelkies und Thon reiche Braunkohlen zur Alaunfabrikation dienen, wurde bereits früher erwähnt.

Weniger zuverlässig als bei den Braunkohlen läßt es sich bei den Steinkohlen entscheiden, von welcherlei Gewächsen sie herstammen. Einige Geologen glauben, es seien Moose ꝛc. gewesen, andere meinen, es wären die Ueberreste baumartiger Pflanzen. Vielleicht, ja sogar wahrscheinlicherweise sind beide Meinungen recht. Das aber ist gewiß, daß die Gewächse, als deren Reste wir die Steinkohlen erkennen, einer weit früheren Periode angehört haben, als die Braunkohlenflora. Die Lagerungsweise der Steinkohlen giebt darüber zuverlässige Gewißheit. Die ältesten steinkohlenartigen Gebilde, diejenigen, welche unter der Kreide lagern, sind es, die man Anthracit nennt. Die meisten Steinkohlen scheinen lediglich durch einen überaus lange fortdauernden Vermoderungsproceß unter Mitwirkung des Wassers und des enormen Druckes der aufliegenden Gebirge entstanden zu sein, — bei anderen hingegen ist die Mitwirkung der Glühhitze unverkennbar, welche durch vulkanische Hebungen den Kohlenlagern mitgetheilt wurde.

Je nach ihrem Verhalten in der Hitze unterscheidet man drei Hauptsorten von Steinkohlen: Backkohlen, Sinterkohlen und Sandkohlen. Die ersteren erweichen oder schmelzen, die letzteren erweichen nicht, die Sinterkohlen stehen in der Mitte, sie sintern zusammen.

Ihrer chemischen Natur nach sind die Steinkohlen im Allgemeinen noch reicher an Kohlenstoff und noch ärmer an Sauerstoff und Wasserstoff, als die Braunkohlen. Die backenden Eigenschaften der Steinkohlen stehen in innigem Zusammenhange mit ihrem Gehalte an freiem Wasserstoff (wie wir den vom vorhandenen Sauerstoff nicht in Beschlag genommen werdenden Kohlenstoff oben genannt haben). Bei sonst gleichen Umständen nähern sich die Steinkohlen dem reinen Kohlenstoffe um so mehr, je älter sie sind.

Knapp giebt in seinem Lehrbuche der chemischen Technologie in dieser Beziehung folgende interessante Zusammenstellung, bei der zugleich Braunkohle und Torf mit aufgeführt, und die Holzfaser als Ausgangspunkt genommen ist:

	Kohlenstoff	Wasserstoff	Sauerstoff
Holzfaser	52,65	5,25	42,10
Torf von Vulcaire	60,44	5,96	33,60
Lignit (holzige Braunkohle) von Köln	66,96	5,27	27,76
Erdige Braunkohle von Dax . . .	74,20	5,89	19,90
Steinkohle von St. Colombe *) . .	76,18	5,64	18,07
» von R. de Gier, Corbeyre **)	90,50	5,05	4,40
Anthracit, Mayenne ***)	92,85	3,96	3,19

Die Steinkohlen halten jedoch stets auch etwas Stickstoff (der unter der Sauerstoffzahl mitbegriffen ist), und zwar 0,37 bis 2,85 Proc., bei der trockenen Destillation der Steinkohle erhält man ihn in der Form von kohlensaurem Ammon. Was den Aschengehalt und die Bestandtheile der Asche betrifft, so sind dieselben sehr wechselnd, je nach der Art und dem Vorkommen der Kohle. Der Aschengehalt schwankt zwischen 0,7 und 28 Proc. — Die Asche besteht vorzugsweise aus Thon, Eisenoxyd ꝛc. und enthält keine Alkalien.

Die bei der trockenen Destillation der Steinkohlen bleibenden fast wasserstoff- und sauerstofffreien Kohlen heißen Coaks. Sie sind blasig, wenn sie von Backkohlen, — gesintert, wenn sie von Sinterkohlen, — pulverig zerfallend, wenn sie von Sandkohlen herrühren.

Asphalt, Bergtheer und Steinöl.

§. 295.

Mit den Braun- und Steinkohlenablagerungen in engem Zusammenhange steht das Vorkommen des Steinöls, Bergtheers, Asphalts und ähnlicher Substanzen. Sie sind als Produkte der trockenen Destillation in der Erde befindlicher Pflanzenüberreste zu betrachten. — Der Asphalt, welcher sich auf Erzgängen, sowie auf eigenen Lagern findet, ist eine braune, harte, harzartige, in Wasser unlösliche Substanz, etwas über 100° schmelzend, leicht entzündlich; er brennt mit leuchtender, rußender Flamme und wird zu Firnissen, Wagenschmiere, Asphaltpflaster, Dachüberzügen ꝛc. benutzt. Zusam-

*) Secundär. **) Kohlengebirge. ***) Uebergangsgebirge.

mensetzung: $C_{20}H_{16}O_3$. — Das Steinöl quillt mit oder ohne Wasser aus Spalten und Klüften verschiedener Gesteine (namentlich mancher Kalksteine und Kohlensandsteine), oder auch aus dem Boden des Schuttlandes. Es ist bald wasserhell, bald gelb, braun, röthlich oder schwärzlich gefärbt, riecht eigenthümlich, durchdringend, ist brennbar, von 0,7—0,9 spec. Gewicht, nicht mit Wasser, wohl aber mit Weingeist mischbar. Zusammensetzung: C_5H_5. Das Steinöl dient in der Arzeneikunde, zur Aufbewahrung der Alkalimetalle und zu vielen technischen Zwecken. — Bei Einwirkung der Luft wird das helle Steinöl (welches auch Naphtha genannt wird) dunkler und zähflüssig. — Man erklärt sich auf diese Weise die verschiedenen Färbungen und Flüssigkeitsgrade des Steinöls. — Die dunkelen und zähflüssigen Arten werden Bergtheer genannt.

c. Beleuchtung bezweckende Verbrennungsprocesse und Leuchtmaterialien.

1. Allgemeines.

§. 296.

Wir haben uns bereits oben damit bekannt gemacht, daß eine Flamme aus glühenden Gasen besteht; wir haben gesehen, daß manche Flammen leuchten, andere nicht, und uns davon überzeugt, daß das Leuchten einer Flamme stets bedingt ist durch einen festen, in der Flamme schwebenden Körper. — Der feste Körper nun, der das Leuchten der Flammen unserer Leuchtmaterialien bedingt, ist stets ausgeschiedener Kohlenstoff, eine Thatsache, von der man sich leicht überzeugen kann, wenn man einen kalten Körper in die Flamme hält. Der Ruß, der sich an demselben ansetzt, ist nichts anderes als dieser feinzertheilte Kohlenstoff. — Wovon hängt nun das verschiedene Leuchtvermögen einer Flamme ab? Offenbar davon, daß eine möglichst große Menge ausgeschiedenen Kohlenstoffs zu einem möglichst hohen Grade des Glühens gebracht wird.

Die Erreichung dieses Zweckes aber ist hauptsächlich von zwei Umständen abhängig:

1) von der Heizkraft des Leuchtmaterials, welche sich aus den Elementarbestandtheilen gerade so berechnen läßt, wie wir es bei den Heizmaterialien ausgeführt haben;
2) von dem richtigen Verhältnisse der zuströmenden Luft.

In Bezug auf den ersten Punkt wird ein Leuchtmaterial ein um so helleres Licht liefern, je mehr Heizkraft es besitzt, — in Bezug auf den zweiten aber ist ersichtlich, daß nur ein Verhältniß der

zutretenden Luft das allergünstigste sein kann. Tritt mehr hinzu, so scheidet sich zu wenig Kohle ab, also vermindert sich die Masse der eigentlich leuchtenden Substanz, — tritt weniger hinzu, so wird nicht genug Wärme entwickelt, um den ausgeschiedenen Kohlenstoff zum Weißglühen zu erhitzen; er leuchtet nicht gehörig, man bekommt eine rothe, rußende Flamme.

Bei den gewöhnlichen Beleuchtungsapparaten nun, z. B. den Küchenlampen, ist es immer die letztere Ursache, welche das Dunkelbrennen veranlaßt; alle unsere besseren Lampen haben daher vorzugsweise den Zweck, einen hinlänglich starken Luftstrom herbeizuführen, damit die nothwendige Wärme erzeugt und aller ausgeschiedene Kohlenstoff zum Weißglühen gebracht wird. Hat er diese Temperatur einmal angenommen, so verbrennt er, aus der Flamme austretend, vollständig. Gute Lampen rußen daher nicht. — Bläst man hingegen mit einem Löthrohre in eine Oellampe, so schwächt man ihr Leuchtvermögen durch die entgegengesetzte Ursache, d. h. durch zu bedeutende Verminderung des zum Leuchten erforderlichen, in der Flamme in fester Form schwebenden Kohlenstoffs. —

In Bezug auf die Leuchtmaterialien hat man dreierlei Arten zu unterscheiden:

a) gasförmige (Leuchtgas);
b) flüssige (z. B. Oel);
c) feste (z. B. Wachs).

Beginnen wir mit den ersteren.

2. Leuchtgas.

§. 297.

a. Leuchtgas aus Steinkohlen.

Um aus Steinkohlen Leuchtgas zu bereiten, erhitzt man dieselben in eisernen Cylindern zum Glühen. Bei dieser trockenen Destillation erhält man bei richtig geleiteter Hitze folgende Produkte:

1) Steinkohlentheer, eine schwarze ölige Flüssigkeit von sehr zusammengesetzter Natur, welche unter anderen Bestandtheilen Naphtalin und ein ätherisches Oel, Steinkohlentheeröl, enthält; das letztere ertheilt ihr einen durchdringenden, eigenthümlich unangenehmen Geruch;
2) eine wässerige, kohlensaures Ammon enthaltende Flüssigkeit;
3) Gase (rohes Steinkohlengas).

Den Steinkohlentheer benutzt man zur Darstellung künstlichen

Asphalts und zu ähnlichen Zwecken, — das ätherische Steinkohlenöl zur Auflösung des Kautschuks und somit zur Darstellung wasserdichter Zeuge, ferner zu Firnissen (Asphaltfirniß) ꝛc., — die wässerige ammonhaltige Flüssigkeit dient zur Salmiakfabrikation oder zum Düngen, — die Gase aber sind es, die als Leuchtmaterial Anwendung finden.

Entzündet man das rohe Steinkohlengas ohne Weiteres, so bemerkt man, daß es zwar hauptsächlich Kohlensäure und Wasser liefert, daß sich aber unter den Verbrennungsprodukten auch schweflige Säure findet; leitet man es durch Bleioxydsalzlösung, so schlägt sich Schwefelblei nieder, aus Kalkwasser fällt es kohlensauren Kalk. Aus diesen Thatsachen und ferner aus dem Umstande, daß es mit leuchtender Flamme brennt, ersieht man, daß das rohe Gas zwar vorzugsweise aus schwerem Kohlenwasserstoff besteht, daß es aber auch Kohlensäure und Schwefelwasserstoff enthält; außerdem weist der Geruch sogleich auch einen Gehalt an Steinkohlenöldampf nach, und eine genaue Analyse lehrte ferner, daß es auch leichtes Kohlenwasserstoffgas, Kohlenoxydgas, Wasserstoffgas und Spuren von Schwefelkohlenstoff, kohlensaurem Ammon, Schwefelammonium und Blausäure enthalte.

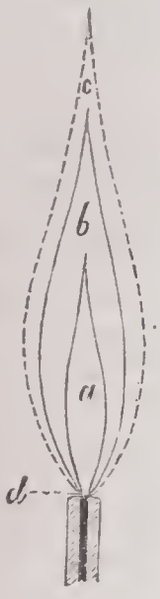
Diese verschiedenen Beimengungen sind zum Theil dem Leuchteffekt des Gases nachtheilig, namentlich das unverbrennliche Kohlensäuregas, zum Theil erzeugen sie Verbrennungsprodukte, welche schon in geringer Menge belästigen (schweflige Säure), daher muß das rohe Gas gereinigt werden, ehe es zur Beleuchtung dienen kann.

Diese Reinigung geschieht auf folgende Weise. Zuerst leitet man das rohe Gas durch abgekühlte Röhren und Wasser, um alles verdichtbare zurückzuhalten, dann durch Kalkmilch oder Kasten, welche pulveriges Kalkhydrat, auf Moosschichten ausgebreitet, enthalten. Hierdurch wird das kohlensaure Ammon, Schwefelammonium, blausaure Gas, die Kohlensäure und das Schwefelwasserstoffgas ganz oder größtentheils zurückgehalten, sowie auch ein Theil des Steinkohlenöls, nicht aber die Kohlenwasserstoffe, das Kohlenoxydgas, Wasserstoffgas, die Spuren von Schwefelkohlenstoff und ein anderer Theil des Steinkohlenöls, daher hat auch das gereinigte Steinkohlengas noch den unangenehmen Geruch des Steinkohlenöls, auch liefert es beim Verbrennen noch Spuren von schwefliger Säure. Seine Leuchtkraft aber zeigt sich bedeutend erhöht. — Das gereinigte Gas nun wird in den Gasfabriken in Gasometern (in Wasser umgestürzten Blechcylindern von ungeheurer Größe) aufgefangen und aus

diesen in die Röhren gedrückt, welche es den in den Straßen und Häusern vertheilten Brennöffnungen (Brennern) liefern.

Bringt man nun an einen solchen Brenner nach Oeffnung des Hahns einen brennenden Span oder dergleichen, so entzündet sich das Gas und brennt in Folge des gleichmäßigen Druckes ruhig und stät. Betrachtet man eine solche Flamme genau, so sieht man, daß sie aus folgenden Theilen besteht (Fig. 3). *a* ist der innere dunkle Theil, — *b* der leuchtende, *c* eine kaum wahrnehmbare Hülle, — bei *d* erscheint die Flamme blau. — Die Erklärung dieser Erscheinungen ergiebt sich ohne Mühe. *a* ist das ausströmende unveränderte Gas (größtentheils schweres Kohlenwasserstoffgas), in *b* verbrennt aus Mangel an Sauerstoff zuerst sein Wasserstoff zu Wasserdampf, der abgeschiedene feste, feinzertheilte Kohlenstoff bedingt, weißglühend in der Flamme schwebend, das Leuchten, — bei weiterem Sauerstoffzutritt verbrennt jedoch auch er, und die Hülle *c* besteht somit aus der so entstandenen Kohlensäure und aus Wasserdampf. Die Blaufärbung bei *d* ist Folge einer Abkühlung der Flamme durch die anströmende kalte Luft. Vielleicht wird sie durch brennendes Kohlenoxydgas mit bedingt, es ist aber nicht nöthig, diese Annahme zu Hülfe zu nehmen, denn auch eine reine Wasserstoffgasflamme brennt, abgekühlt, blau.

Fig. 3.



Die Steinkohlen eignen sich zur Darstellung des Leuchtgases um so besser, je wasserstoffreicher sie sind. Die in den Retorten zurückbleibenden Coaks werden als solche verkauft.

b. Leuchtgas aus Oel, Harz ꝛc.

Auch aus Oel, Harz, Thran und ähnlichen an Kohlenstoff und Wasserstoff reichen und sauerstoffarmen Materialien stellt man Leuchtgas dar. Würde man dieselben, ebenso wie die Steinkohlen, in Retorten bringen und dann erhitzen, so erhielte man nur eine geringe Menge brennbarer Gase, dagegen eine große Menge von weniger zersetzten Produkten der trockenen Destillation. Um eine große Menge Gas zu bekommen, muß man daher die flüssigen Substanzen tropfenweise in die glühende Retorte fallen lassen; alsdann entstehen, in Folge der rasch mitgetheilten Glühhitze, vorzugsweise die gasförmigen Endprodukte der Zersetzung und eine weit geringere Menge Theer, welchen letzteren man übrigens mit neuem Oel oder dergleichen wiederholt eintröpfeln läßt, so daß zuletzt die ganze Substanz als Gas erhalten wird. — Die Fabrikation des Leuchtgases aus

Oel ꝛc. ist einfacher als die des Steinkohlengases, weil das erzielte Gas ohne weitere Reinigung verwendbar ist, auch brennt es heller. Welche Materialien zur Leuchtgasbereitung vortheilhafter sind, läßt sich allgemeinhin nicht entscheiden. Da, wo die Steinkohlen billig, Oel, Thran, Harz oder dergleichen aber theuer sind, wird man besser die ersten, im umgekehrten Falle besser die anderen anwenden.

3. Flüssige Leuchtmaterialien.

§. 298.

Betrachten wir nun eine Oellampe im Verhältniß zum Leuchtgase, so sehen wir, daß eine solche zwei Dinge in sich vereinigt, Gasfabrik und Brenner finden sich nämlich beisammen. Der Gasometer und die Röhrenleitung fehlen, sonst ist Alles dasselbe. Nähert man dem durch seine Haarröhrchenanziehung mit Oel erfüllten Dochte einen brennenden Span, so beginnt die Gasfabrikation. Das Oel zersetzt sich in Folge der Glühhitze, liefert dabei brennbare Gase, diese entzünden sich, die Lampe brennt. Die sich entwickelnde Hitze zersetzt stets neue Mengen des aufsteigenden Oels, die Gasfabrikation und die Verbrennung gehen Hand in Hand fort, bis entweder das Material zur Gasbereitung — das Oel — fehlt, — bis die Hitze durch irgend einen Umstand (Abkühlung durch Wasser, zu viel Oel beim Schiefhalten der Lampe, Zublasen kalter Luft ꝛc.) unter die Entzündungstemperatur herabgestimmt wird, oder bis man die Luft und somit den zum Verbrennen nöthigen Sauerstoff abschließt. —

Kann nun aber eine gleiche Menge desselben Materials, in der Lampe, — oder aber nach Umwandlung in Leuchtgas in der Gasfabrik — verbrannt, dieselbe Lichtwirkung haben? Unmöglich! denn verbrennt man das Material als Leuchtgas, so wird alle erzeugte Wärme zur Erhitzung des ausgeschiedenen Kohlenstoffs benutzt, — verbrennt man dasselbe aber in der Lampe, so muß die Hitze theilweise die Rolle der in der Gasfabrik im Retortenofen aus Holz oder Steinkohlen erzeugten Wärme übernehmen, das heißt, sie muß das Gas erst erzeugen, und somit kann nur der Rest zur Erhitzung des ausgeschiedenen Kohlenstoffs dienen.

4. Feste Leuchtmaterialien.

§. 299.

Faßt man endlich eine Talg-, Stearin- oder Wachskerze in's Auge, so erkennt man, daß bei diesen für den Lichteffekt noch ein

weiterer Theil der Verbrennungshitze verloren geht, denn bei solchen wird nicht nur die Hitze zur Gasbereitung, sondern auch noch diejenige der gesammten Verbrennungshitze entzogen, welche erforderlich ist, das starre Leuchtmaterial zu schmelzen; im Uebrigen ist der Proceß bei Kerzen genau wie bei Oellampen.

Was die Natur der einzelnen zur Beleuchtung dienenden Stoffe betrifft, so haben wir dieselben zum Theil bereits kennen gelernt (Oel, Stearin, Stearinsäure), zum Theil werden wir sie in der Thierchemie kennen lernen.

Vierter Abschnitt.

Die Thierchemie.

---

§. 300.

Je weiter aufwärts man in den Reichen der Natur steigt, um so schwerer wird die Aufgabe des Chemikers. Den todten Stein kann er leichter bewältigen, als die lebende und sich stets verändernde Pflanze; diese leichter, als das bewegliche, empfindende Thier, dessen Leben heftige chemische Einwirkungen nicht erträgt, und dessen Tod die rascheste Zersetzung des Körpers zur unmittelbaren Folge hat.

Die Aufgabe der Thierchemie ist demnach eine schwierige, aber sie ist auch eine wichtige; denn sie umfaßt das, was dem Menschen von allem Vergänglichen am nächsten liegt, seinen Körper. Sie hat dessen Bestandtheile zu untersuchen, sein Entstehen, Sein und Zerfallen, so weit es den Stoff betrifft, zu erforschen und somit gemeinschaftlich mit der Anatomie die Stützpunkte zu liefern, auf die der Physiologe seine Schlüsse gründet über das eigentliche Wesen des großen Geheimnisses, welches wir Lebensproceß nennen.

Es kann nicht unsere Absicht sein, Alles was die Thierchemie erforscht hat, — unendlich viel, wenn man zurück, unendlich wenig, wenn man vorwärts schaut — hier aufzuführen, sondern wir werden unserem Gesichtspunkte getreu, nur das betrachten, was uns zunächst berührt.

Den ganzen Abschnitt theilen wir in drei Unterabtheilungen, und handeln darin:

A. von den Bestandtheilen der Thiere, welche ihren Lebensproceß vermitteln, — B. von den Ausscheidungen, welche beim Lebensprocesse der Thiere entstehen, — C. von dem Athmungs-, Verdauungs- und Ernährungsprocesse.

Erste Unterabtheilung.

Von den Bestandtheilen der Thiere, welche ihren Lebensproceß vermitteln.

§. 301.

Die Bestandtheile der Thiere im hier bezeichneten Sinne sind alle unkrystallisirbar, — die meisten kommen im Körper in einem eigenthümlichen, durch Wasser bedingten Zustande der Aufquellung und Erweichung vor, — die wenigsten finden sich im Körper isolirt oder lassen sich auf mechanische Weise isoliren.

Des letzteren Umstandes halber weichen wir von der Darstellungsweise ab, welche wir bei den Pflanzenstoffen gewählt haben, und betrachten die Thierbestandtheile nicht in Gruppen, geordnet nach ihrer chemischen Aehnlichkeit, sondern so, wie ihr Vorkommen im Organismus es am nächsten legt.

I. Das Blut.

§. 302.

a) Die klebrige, undurchsichtige, hellrothe (arterielles Blut) oder dunkelrothe (venöses Blut) Flüssigkeit, welche in den Adern der Thiere (wir meinen hier nur die warmblütigen) circulirt, das Blut, erscheint in dem Zustande, in welchem es in dem Körper enthalten ist, unter dem Mikroskope betrachtet, als eine klare Flüssigkeit, in welcher in großer Anzahl gelblichrothe Körperchen von kuglicher, eiförmiger oder scheibenförmiger Gestalt herumschwimmen, die in der Mitte einen farblosen Kern haben. Sie heißen Blutkügelchen.

b) Aus der Ader gelassen, verändert sich das Blut bald. Es beginnt zu gerinnen und die Gerinnung schreitet fort, bis es sich endlich in eine zusammenhängende Masse (den sogenannten Blutkuchen) und eine durchsichtige, gelbliche Flüssigkeit (das Blutwasser) geschieden hat.

c) Schlägt man das aus der Ader gelassene Blut sofort mit einer Ruthe anhaltend, so hängen sich an die Reiser zähe, weiße Fasern, und das Blut gerinnt alsdann nicht; unter dem Mikroskope erscheint es noch ebenso wie im frischen Zustande. Versucht man die Blutkörperchen durch ein Filter von der Flüssigkeit zu sondern, in

welcher sie schwimmen, so findet man, daß dies wegen der schleimigen Beschaffenheit der letzteren und der geringen Ausdehnung der ersteren nicht gelingt; wohl aber läßt es sich, wie die Erfahrung gelehrt hat, ausführen, wenn man zuvor einen großen Ueberschuß (das sechsfache Volumen) einer gesättigten Lösung von schwefelsaurem Natron zumischt. Die Blutkügelchen bleiben alsdann als rothe gelatinöse Masse auf dem Filter zurück.

d) Da das Blut, ungeschlagen, gerinnt, — geschlagen, nicht gerinnt; da ferner beim Schlagen aus der Flüssigkeit ein zuvor gelöster Körper unlöslich abgeschieden wird, so liegt der Schluß nahe, daß das Gerinnen des Blutes darauf beruhe, daß der beim Schlagen in Fasern sich ausscheidende Körper in der Ruhe sich ebenfalls ausscheidet, aber netzförmig in der ganzen Flüssigkeit, und daß er dabei die Blutkörperchen einschließt, und mit diesen den Blutkuchen bildet.

e) Von welcher Natur ist nun dieser das Gerinnen bedingende Körper, — von welcher Natur sind die Blutkügelchen, — was ist das Blutwasser? Diese drei Fragen haben wir im Folgenden zu beantworten, um zu einer klaren Ansicht über das Blut zu gelangen.

1. Der das Gerinnen des Blutes bedingende Körper (Fibrin).

§. 303.

Nimmt man die Fasern von dem Besen ab, an den sie sich beim Schlagen angehängt haben, und behandelt sie mit Wasser, Alkohol und Aether, so lassen sich hierdurch zwar noch geringe Mengen von Salzen und Fett ausziehen, im Uebrigen aber läßt sich der Stoff der Fasern ohne völlige Zerstörung nicht weiter zerlegen. Er muß demnach als ein einfacher näherer Bestandtheil des Blutes betrachtet werden. Man hat ihn Fibrin genannt.

Das Fibrin in dem löslichen Zustande, in welchem es in dem noch in den Adern befindlichen Blute enthalten ist, kennt man nicht. Es ist wahrscheinlich, daß der lösliche Zustand nur durch die Gegenwart gewisser im Blutwasser enthaltener Basen oder Salze bedingt wird, doch vermag man das einmal abgeschiedene Fibrin auf keine Weise wieder in den Zustand zu versetzen, in welchem es im lebenden Blute (wenn man den Ausdruck gebrauchen darf) enthalten ist.

Im feuchten Zustande stellt das Fibrin eine schmutzig weiße, durchscheinende, elastische Masse dar. Beim Trocknen verliert es 79—80 Proc. Wasser und hinterläßt einen gelblichen, undurchsich-

tigen, harten und spröden, geschmack- und geruchlosen Rückstand. In Wasser, Weingeist und Aether ist es ganz unlöslich.

Das Fibrin enthält in 100 Th. (Mulder*).

Kohlenstoff	52,7
Wasserstoff	6,9
Stickstoff	15,4
Sauerstoff	23,5
Schwefel	1,2
Phosphor	0,3
	100,0.

Bei dieser Angabe sind die unorganischen Substanzen abgezogen, von denen man das Fibrin bis jetzt noch nicht zu befreien im Stande war. Beim Verbrennen bleiben sie als Asche zurück. Sie betragen 0,77 Proc. und bestehen aus phosphorsaurem Kalk mit Spuren von phosphorsaurer Magnesia und von Kieselsäure.

Bleibt das getrocknete Fibrin mit Wasser in Berührung, so nimmt es allmälig seinen weichen, aufgequollenen, wasserhaltigen Zustand wieder an. — Mit Säuren verbindet sich das Fibrin; die Verbindungen sind zum Theil in Wasser löslich, zum Theil nicht; auch mit den Basen vereinigt es sich unter Abstumpfung der alkalischen Reaction. Die alkalischen Verbindungen lösen sich in Wasser. Seiner ganzen Natur nach hat demnach das Fibrin die größte Aehnlichkeit mit dem Eiweiß (welches wir als Pflanzeneiweiß bereits kennen gelernt haben); es unterscheidet sich aber von demselben erstens durch eine etwas verschiedene Zusammensetzung, zweitens durch einige Abweichung im Verhalten, — so coagulirt z. B. die neutrale Lösung des Fibrins in kalihaltigem Wasser beim Kochen nicht u. s. w.

Das Fibrin, welches man aus venösem Blute darstellen kann, ist nicht völlig identisch mit dem in dem arteriellen Blute enthaltenen, so löst sich z. B. das erstere in Salpetersolution, das letztere nicht; auch enthält jenes etwas weniger Sauerstoff als dieses (vergl. Athmungsproceß).

2. Die Blutkügelchen.

§. 304.

Daß man die Blutkügelchen, nach Zusatz von Glaubersalzlösung zu dem von Fibrin befreiten Blute, abfiltriren kann, wurde

*) Scheikundige Onderzoekingen IV. 2. pag. 274.

oben angeführt. Wäscht man sie in diesem Zustande mit Wasser aus, so löst sich ihre Substanz (das Blutroth) in dem Grade, in welchem das Salz weggewaschen wird, denn sie ist in reinem (nicht aber in salzhaltigem) Wasser löslich. Die Lösung wird an der Luft hochroth. — Bei einer 50° C. nicht überschreitenden Temperatur läßt sie sich abdampfen, bei 66° C. aber gerinnt sie. Das dabei in unlöslicher Form abgeschiedene Blutroth ist rothbraun, bröcklich, nach dem Trocknen hart und schwarz von Farbe. — Man hielt früher das Blutroth für einen einfachen näheren Bestandtheil des Blutes; jetzt aber weiß man, daß es sich in vier nähere Bestandtheile zerlegen läßt. — Bringt man es nämlich mit ammonhaltigem Weingeist zusammen, so löst sich der färbende Bestandtheil (das Hämatin) auf, eine ungefärbte, stickstoffhaltige Substanz bleibt zurück. In ihr hat man zu unterscheiden: a) die Substanz der Hülle, b) die Substanz der Kerne, c) die eigentliche Masse. a ist nicht bekannt, b ist Fibrin, c wahrscheinlich Eiweiß. (Berzelius nennt die Substanz c Globulin und betrachtet sie als verschieden vom Eiweiß.)

Das Hämatin stellt einen schwarzbraunen, geschmack- und geruchlosen, in Wasser, Weingeist und Aether unlöslichen Körper dar, es löst sich mit rother Farbe in säure- oder alkalihaltigem Weingeist, mit blutrother in alkalihaltigem, nicht in säurehaltigem Wasser. Es hinterläßt, verbrannt, eine 10 Proc. Eisenoxyd enthaltende Asche.

Die Farbe des Hämatins ist nicht abhängig von seinem Eisengehalte, denn das Eisen läßt sich aus demselben ausziehen, ohne daß der unlösliche, mit dem Eisen verbunden gewesene, stickstoffhaltige organische Körper seine Farbe wesentlich ändert.

Das schwarze Pigment des Auges scheint verändertes Hämatin zu sein.

3. Das Blutwasser.

§. 305.

Erhitzt man das Blutwasser des geronnenen Blutes auf 61° C., so gerinnt es, und es scheiden sich grauweiße Flocken aus, welche sich vollkommen ebenso verhalten, wie das Pflanzeneiweiß, auch genau dieselbe Zusammensetzung besitzen. Beide Stoffe müssen demnach als vollkommen identisch betrachtet werden, und wenn man trotzdem statt der einfachen Worte Eiweiß oder Albumin die Namen Pflan-

zen- und Thiereiweiß gebraucht, so geschieht dies nur, um an die Herstammung zu erinnern.

Dampft man die vom Eiweiß abfiltrirte Flüssigkeit ab, so entweicht Wasser, und es bleibt ein nicht unbeträchtlicher Rückstand von unorganischen Salzen, — vorzugsweise Chlornatrium und Chlorkalium, kohlensaures, phosphorsaures und schwefelsaures Natron, phosphorsaurer Kalk und phosphorsaure Magnesia, — gemengt mit extractartigen organischen Materien.

4. Sonstige Bestandtheile des Blutes.

§. 306.

Außer den Blutkügelchen erkennt man unter dem Mikroskope bei sehr sorgfältiger Betrachtung noch anderweitige, im Blutwasser sparsam herumschwimmende, farblose Körperchen; es sind theils Lymphkörperchen (s. u.), theils Fetttröpfchen. Die mit dem Salzrückstande erhaltenen extractartigen Materien des Blutes sind theils als Umsetzungsproducte der sich stets verändernden Organe, theils als zur Neubildung schon weiter vorbereitete Substanzen zu betrachten.

5. Ueberblick und Verhältniß der Bestandtheile des Blutes.

§. 307.

Wir haben demnach im Blute eine große Mannigfaltigkeit von Stoffen kennen gelernt, welche darin theils gelöst, theils ungelöst enthalten sind. Ueberschauen wir dieselben noch einmal nach ihrer Art und dann auch nach ihrer Menge:

1. Der lösliche Theil des Blutes ist eine Auflösung von

Fibrin
Albumin
Extractivstoffen
Salzen
} in Wasser (was Fibrin und Albumin betrifft, durch Vermittlung von Alkali).

2. Der unlösliche Theil des Blutes besteht aus

Hämatin
Fibrin
Albumin (Globulin)
Substanz der Hüllen der Blutkügelchen
Fett

Außerdem finden sich im Blute verschiedene Gase aufgelöst, und zwar nach Magnus in 100 Raumtheilen im venösen etwa 7, im arteriellen etwa 11 Raumtheile. Im arteriellen Blute besteht das Gas aus etwa 25 Volumproc. Sauerstoff und 75 Kohlensäure und Stickgas, — im venösen aus etwa 15 Volumproc. Sauerstoff und 85 Kohlensäure und Stickgas. Lecanu fand in 100 Th. Menschenblut:

	1	2
Wasser	78,015	78,559
Fibrin	0,210	0,356
Albumin	6,509	6,942
Blutroth	13,300	11,963
Festes Fett	0,243	0,430
Flüssiges Fett	0,131	0,227
Alkoholextract	0,179	0,192
Wasserextract	0,126	0,201
Alkalisalze	0,837	0,730
Erdsalze und Eisenoxyd	0,210	0,141
Verlust	0,240	0,259
	100,000	100,000,

II. Die Lymphe.

§. 308.

In der in den Lymphgefäßen enthaltenen klaren, gelblichen, salzig schmeckenden, stark alkalisch reagirenden Flüssigkeit, der Lymphe, erkennt man unter dem Mikroskope kleine Körperchen (Lymphkörperchen), welche wie die Blutkörperchen aus einer Hülle, einem Kerne und einem diesen umgebenden flüssigen Inhalte bestehen. — Aus den Lymphgefäßen entleert, gerinnt die Lymphe bald und liefert eine coagulirte Masse in einer opalisirenden Flüssigkeit. Jene besteht aus geronnenem Fibrin und den Lymphkörperchen (deren Natur noch nicht genau bekannt ist), diese gleicht vollkommen dem Blutwasser. — Die Lymphe liefert etwa 1 Proc. feuchtes Coagulum.

III. Der Chylus.

§. 309.

Der Lymphe in Bezug auf chemisches Verhalten ganz nahe stehend ist die trübe, milchähnliche Flüssigkeit, welche in den Saugadern der Gedärme, den Gekrösdrüsen und dem Milchbrustgange (Ductus thoracicus) enthalten ist, der Chylus. — Der in letzterem enthaltene Chylus ist röthlichweiß, und gerinnt nach dem Ent-

leeren in kurzer Zeit. Diese Eigenschaft hat der in den Anfängen der Saugadern enthaltene Chylus noch nicht, er bekommt sie demnach erst beim Durchgange durch die Drüsen. Die trübe Beschaffenheit des Chylus wird durch Fetttröpfchen und durch den Lymphkügelchen ähnliche Körperchen veranlaßt. — Das Gerinnen des Chylus wird bedingt durch sich ausscheidendes Fibrin, an welchem der Chylus reicher ist, als die Lymphe. Das Coagulum röthet sich an der Luft. — Das Chyluswasser gleicht, von dem auf seiner Oberfläche sich abscheidenden Fette getrennt, vollkommen dem Blut- oder Lymphwasser.

IV. Der Bauchspeichel.

§. 310.

Die pankreatische Flüssigkeit oder der Bauchspeichel, so genannt, weil man diese Flüssigkeit früher dem Speichel des Mundes an die Seite stellen zu müssen glaubte, kommt mit dem Blutwasser fast vollkommen überein. Er reagirt sauer, und gerinnt beim Erhitzen wegen seines Albumingehaltes.

V. Das Nervensystem.

§. 311.

Der eigentliche Sitz des thierischen Lebens — das Nervensystem — welches alle Sinneneindrücke und Empfindungen vermittelt und gewissermaßen als Brücke zwischen Körper und Seele steht, begreift das Gehirn, das Rückenmark und die Nerven in sich.

Das Gehirn besteht aus einer äußeren grauweiß gefärbten, aus mikroskopischen Kügelchen bestehenden Schicht, welche eine milchweiße, sehr weiche, fast rahmartige, aber doch noch schneidbare Masse (das Gehirnmark) umgiebt. Diese wie jene sind mit Blutgefäßen durchwebt.

Eine ähnliche Structur wie das Gehirn zeigt das Rückenmark und die Ausläufer beider, die den ganzen Körper durchziehenden röhrenförmigen Nerven.

Soweit man das Gehirn ꝛc. bis jetzt seiner Substanz nach kennt, so besteht dasselbe hauptsächlich aus Wasser, Eiweiß, Fetten, freien und gebundenen fetten Säuren, ferner Salzen und einem Quantum von nicht weiter bekannten Substanzen (extractiven Materien). Unter den Fetten krystallisirt eines — das Cholsterin — in glänzenden Blättern. Unter den fetten Säuren ist eine — die Cere-

brinsäure — ausgezeichnet durch einen bedeutenden Gehalt (0,9 Procent) an Phosphor, — eine andere — die Oleophosphorsäure — kann als eine Verbindung von Olein mit Phosphorsäure betrachtet werden.

Vauquelin fand in 100 Th. Gehirnmark: Albumin 7,00, — Fette 5,23, — Phosphor 1,50, — extractive (unbekannte) Thiersubstanzen 1,12, — Säuren, Salze und Schwefel 5,15, — Wasser 80.

VI. Die Knochen.

§. 312.

Das feste Gerüste des menschlichen und thierischen Körpers besteht wie bekannt aus Knochen. Dieselben sind theils lang und röhrenförmig, theils rund oder platt; alle sind innen hohl. Die Höhlung ist bei den langen Knochen zusammenhängend, bei den runden und platten zellenartig abgetheilt. Die Knochen sind außen von einer Haut umgeben, eine gleiche kleidet die inneren Höhlen der Knochen aus. Ihrer Zusammensetzung nach unterscheiden sich die Knochen von allen anderen Körperbestandtheilen dadurch, daß sie (im völlig trockenen Zustande) etwa 60 Proc. Unverbrennliches (Knochenerde) und demnach nur etwa 40 Proc. organische Substanz (Knochenknorpel) enthalten.

Stellt man einen Knochen in sehr verdünnte überschüssige Salzsäure bei ziemlich niederer Temperatur, so löst sich die Knochenerde auf, der Knochenknorpel bleibt ungelöst; er bleibt weich, durchscheinend und biegsam zurück, und zwar mit Beibehaltung der Form des Knochens. Trocknet man den Knorpel, so wird er hart und zerbrechlich. Beim Kochen mit Wasser löst er sich unter Zurücklassung einer geringen Menge von Fasern auf, die von den Gefäßen herrühren, welche die Knochen stets durchziehen und bestimmt sind, denselben Nahrung zuzuführen. — Die durch Kochen des Knochenknorpels mit Wasser erhaltene Flüssigkeit ist klebend, erstarrt beim Erkalten gallertartig und liefert, völlig eingetrocknet, eine spröde, durchscheinende Substanz, den Leim oder Knochenleim. Die organische Substanz des Knochens heißt demnach auch leimgebende Substanz. Die Knochenhäute bestehen ganz aus solcher. Ihre chemische Natur ist wenig bekannt. Die genannte Substanz hat mit dem Leim, welchen wir im §. 313 betrachten werden, gleiche Zusammensetzung.

Kocht man einen frischen Knochen mit Wasser, so erhält man ebenfalls eine Leimlösung; aber es gelingt nicht, auf diese Art alle

leimgebende Substanz aufzulösen, wohl aber findet dieses Statt, wenn das Kochen bei erhöhtem Drucke, und somit bei einer höheren Temperatur als 100° C., ausgeführt wird (im Papinianischen Topfe).

Daß der unorganische Theil der Knochen vorzugsweise aus phosphorsaurem Kalk mit einem Gehalt an phosphorsaurer Magnesia und kohlensaurem Kalk bestehe, wurde bereits früher angeführt. Berzelius wies darin auch eine geringe Menge Fluorcalcium, Natron und Chlornatrium nach:

In 100 Theilen völlig trockener Knochen fand er:

	Menschenknochen	Ochsenknochen
Knorpel, beim Kochen in Wasser löslich	32,17	33,30
Gefäße	1,13	
Basisch phosphorsauren Kalk*) mit etwas Fluorcalcium	53,04	57,35
Kohlensauren Kalk	11,30	3,85
Phosphorsaure Magnesia	1,16	2,05
Natron, mit sehr wenig Kochsalz	1,20	3,45
	100,00	100,00.

Das Verhältniß zwischen Knochenerde und Knochenknorpel ist kein feststehendes, sondern es ist veränderlich nach der Art der Knochen, dem Alter der Menschen oder Thiere, der Gattung und Art der letzteren ꝛc.

Die chemischen Veränderungen, welche die Knochen in gewissen Krankheiten erleiden, sind noch nicht mit genügender Sicherheit festgestellt.

Die Zähne weichen in ihrer Structur und Zusammensetzung etwas von den anderen Knochen ab. Ein Zahn besteht innen aus einer knochigen Masse, dem Zahnbein. Dieses ist am oberen sichtbaren Theile (der Krone) mit einem harten glänzenden Ueberzuge, dem Zahnschmelz, überzogen, unten dagegen (an den Wurzeln) mit einer anderen nach Zusammensetzung und Eigenschaften verschiedenen Substanz, dem Zahnkitt.

Die Zusammensetzung der verschiedenen Bestandtheile ergiebt sich aus folgender Uebersicht:

---

*) Daß das in den Knochen enthaltene phosphorsaure Salz vielleicht $2\,(P\,O_5,\,3\,Ca\,O) + P\,O_5 \left\{ \begin{matrix} 2\,Ca\,O \\ Mg\,O \end{matrix} \right.$ ist, haben wir bereits oben §. 104. angeführt.

	Zahnbein	Zahnschmelz (Berzelius)	Zahnkitt (Lassaigne)
Organische Substanzen	28,00	2,0	42,18
Phosphorsaurer Kalk mit etwas Fluorcalcium .	64,30	88,5	53,84
Kohlensaurer Kalk	5,30	8,0	3,98
Phosphorsaure Magnesia	1,00	1,5	—
Natron und Chlornatrium, Wasser und Verlust	1,40	—	—
	100,00	100,00	100,00

Die Geweihe der Hirsche und Rehe haben eine mit der der Knochen im Wesentlichen übereinstimmende Zusammensetzung.

VII. Die Knorpel und leimgebenden Gewebe.

§. 313.

Ebenso wie die organische Substanz der Knochen verhält sich der Stoff, aus welchem die Knorpel, Sehnen, Bänder, die fibrösen und serösen Häute, das Zellgewebe ꝛc. gebildet sind. Alle diese Substanzen lösen beim Kochen mit Wasser, liefern Leimlösungen und bestehen somit aus leimgebender Substanz.

Die die Gelenkenden der Knochen überkleidenden Faserknorpel, die Knorpel der Nase, des Ohres, der Luftröhre ꝛc., ferner die Faserhaut der Arterien erleiden jedoch diese Veränderung nicht in derselben Art, wie die übrigen Knorpel, sie erweichen viel langsamer, und lösen sich erst nach sehr langem Kochen.

Der Leim, welchen man durch Kochen der Knochen, Knorpel, Bänder ꝛc. erhält, muß offenbar als ein Umsetzungsproduct der Substanz betrachtet werden, aus welcher er entsteht; denn wenn er auch gleiche Zusammensetzung hat, so zeigt er doch in seinem Verhalten die wesentlichsten Verschiedenheiten. — Man glaubte früher, aller Leim sei gleich, jetzt weiß man (J. Müller), daß es zwei verschiedene Arten giebt, den Knochenleim und das Chondrin.

a. Der Knochenleim, welcher nicht nur aus der organischen Substanz der Knochen, sondern auch aus der Lederhaut, den Sehnen, serösen Häuten, der Hausenblase ꝛc. erhalten werden kann, wird wie bekannt im Großen dargestellt und findet als Bindemittel für Holz, Pappe ꝛc. die vielfachste Anwendung. — Ganz reinen Leim erhält man am leichtesten durch Auskochen von Hausenblase, geraspeltem Hirschhorn oder mit Hülfe von Salzsäure bereitetem, gut ausgewaschenem Knochenknorpel. Der reine Leim ist farblos, durchsichtig, hart, ohne Geschmack und Geruch, schwerer als Wasser. In kaltem Wasser quillt er auf, beim Erwärmen löst er sich zu einer farblosen, klebenden, neutralen Flüssigkeit, die erkaltend geleeartig erstarrt.

In starkem Weingeist ist der Leim fast nicht, in schwachem hingegen in ziemlichem Grade löslich. Aether, Fette und flüchtige Oele lösen ihn nicht.

Die Zusammensetzung des Knochenleims wird durch die Formel $C_{13} H_{10} O_5 N_2$ ausgedrückt. Mulder fand darin außerdem noch 0,6 bis 5 Proc. unorganische Bestandtheile (größtentheils phosphorsauren Kalk).

Mit Gerbesäure bildet der Leim verschiedene Verbindungen, welche alle in Wasser unlöslich sind. Gießt man daher die Auflösungen beider zusammen, so entstehen dicke gelatinöse Niederschläge. Eine Auflösung von Gerbestoff kann somit zur Entdeckung und Bestimmung des Leims, und eine Auflösung des Leims zur Entdeckung und Bestimmung der Gerbesäure dienen. — Der Niederschlag, welcher entsteht, wenn man überschüssige Leimlösung zu Gerbesäurelösung gießt, enthält, bei 130° getrocknet, 46,5 Proc. Gerbesäure und 53,5 Proc. Leim. Um in Flüssigkeiten, welche wenig Gerbesäure enthalten, diese zu bestimmen, wendet man statt einer Leimlösung besser ein Stückchen frisch enthaarte thierische Haut an und bestimmt die Gewichtszunahme, welche sie beim Einweichen erleidet. Zu dem Behufe wägt man sie, bei 130° getrocknet, vor und nach dem Versuche. — Mit Hülfe der angeführten Methoden sind die S. 346 angeführten, den Gerbesäuregehalt verschiedener Rinden betreffenden Resultate gefunden worden.

Also nicht nur Leim, sondern auch thierische Haut (leimgebende Gewebe) verbinden sich mit Gerbesäure zu unlöslichen Verbindungen. Diese letzteren heißen Leder. Die ganze Lohgerberei beschäftigt sich demnach eigentlich nur damit, die thierischen Häute zu reinigen und ihre Substanz mit Gerbesäure zu verbinden. — Je langsamer die Verbindung bewerkstelligt wird, und je vorsichtiger man darin verfährt, daß die gereinigte und in aufgequollenen Zustand versetzte Haut am Anfange mit ganz schwacher und stufenweise mit immer stärkerer Gerbesäurelösung (Lohbrühe) in Berührung kommt, um so besser wird das Leder. — Bringt man dagegen eine Haut sogleich in starke Lohbrühe, so wird sie außen schnell zu Leder; da aber dies das weitere Eindringen der Lösung hindert, so bleibt sie innen fast unverändert. —. Das Gerben der Häute muß bei Luftabschluß geschehen, weil die Gerbesäure unter Einfluß des Sauerstoffs in Gallussäure übergeht und somit unwirksam wird (vergl. §. 173).

Die Substanz des Leders ist von dem gerbesauren Leim in ähnlicher Weise verschieden, wie die leimgebende Substanz vom Leim.

b. Das Chondrin erhält man aus dem noch nicht verknö-

cherten Knochenknorpel, aus dem Rippen-, Gelenk-, Kehlkopf-Knorpel u. s. w. durch sehr langes Kochen (wobei sich Schwefelwasserstoff entwickelt).

Das Chondrin hat im Allgemeinen große Aehnlichkeit mit dem Leim, unterscheidet sich aber von demselben dadurch, daß es durch Alaunlösung, essigsaures Bleioxyd, schwefelsaures Eisenoxyd und Essigsäure aus seinen Lösungen gefällt wird, durch welche Reagentien der Knochenleim nicht abgeschieden wird. Zur Gerbesäure verhält sich das Chondrin wie der Leim.

Zusammensetzung: $C_{16} H_{13} O_7 N_2$. Ob und in welcher Menge Chondrin Schwefel als wesentlichen Bestandtheil enthält, ist nicht entschieden. In den chondringebenden Substanzen ist jedenfalls Schwefel enthalten, nach Verdeil 0,65 Proc.

VIII. Die Muskeln.

1. Zusammensetzung.

§. 314.

Das, was man im gewöhnlichen Leben Fleisch nennt, heißen die Anatomen Muskeln. Es sind die hauptsächlichsten Vermittler aller Bewegungserscheinungen im menschlichen und thierischen Körper. Man unterscheidet Muskeln des Skelettes, d. h. solche, welche unmittelbar oder durch Sehnen mit den Knochen verwachsen sind und meist unter der Oberhaut des Körpers liegen, und Muskeln der Eingeweide, z. B das Herz, die Muskeln des Darmkanals ꝛc. Jene sind bei den warmblütigen Thieren alle roth, diese sind nicht immer roth und von ringförmiger Gestalt.

Jeder Muskel besteht aus einer Masse überaus feiner Fasern, welche bei den Muskeln des Skelettes gleichlaufend, bei denen der Eingeweide oft auch in anderen Verhältnissen gelagert sind. Jede Faser ist mit einer Scheide von Zellgewebe umgeben. Eine gewisse Anzahl derselben ist von einer gemeinschaftlichen Zellgewebehülle eingeschlossen. Indem nun eine Anzahl solcher Bündel wiederum durch eine gemeinschaftliche Hülle vereinigt ist, wird also der ganze Muskel aus Muskelfasern gebildet, welche einzeln und vereinigt von Zellgewebe umgeben sind. Die Muskelfasern lassen sich mechanisch bis zur äußersten Feinheit trennen.

In den Zellgewebescheiden verlaufen zahlreiche Nerven und fein verzweigte Blutgefäße. Die letzteren sind die Ursache der rothen Farbe des Fleisches. — Auf und zwischen der Muskelsubstanz abgelagert findet sich Fett.

Trocknet man Muskelfleisch vollständig aus, so entweichen etwa 77 Proc. Wasser, 23 Proc. trockenes Fleisch bleiben zurück. — Behandelt man frisches Fleisch wiederholt mit Wasser, so lösen sich etwa 6 Proc. feste Substanz. Aus dem Rückstande ziehen Aether und Alkohol Fett aus. Die dann zurückbleibende weiße, geruch- und geschmacklose, im trockenen Zustande zerreibliche Masse besteht aus Fibrin und Zellgewebe (leimgebender Substanz). Durch Kochen mit Wasser löst sich letztere zu Leim, erstere bleibt zurück; jedoch nicht völlig unverändert, sondern theilweise zersetzt. Eines der Zersetzungsproducte ist löslich und wird in der Leimlösung erhalten.

Es bleibt uns jetzt noch das Fleischwasser zu betrachten übrig, welches die 6 Proc. lösliche Fleischsubstanz enthält. Es ist von röthlicher Farbe und gerinnt beim Erhitzen unter Abscheidung von Albumin mit Blutroth (2 bis 3 Proc. vom Gewichte des frischen Fleisches). Die abfiltrirte Flüssigkeit ist je nach der Natur des Fleisches farblos oder schwach röthlich, klar oder trübe; sie reagirt sauer. Ihre Zusammensetzung ist, wie dies kaum anders denkbar, sehr complicirt, denn das Fleischwasser enthält außer den Bestandtheilen, welche man als wesentlich betrachten muß, noch die in Umsetzung und Neubildung begriffenen Säfte der die Muskelsubstanz durchziehenden Gefäße. — Liebig hat in der neuesten Zeit im Fleischwasser folgende genau charakterisirte Stoffe nachgewiesen:

Kreatin und Kreatinin, zwei stickstoffhaltige krystallisirbare Substanzen, letztere von basischer Natur, — freie und an Basen (Kali, Kalk und Bittererde) gebundene Inosinsäure, Milchsäure und Phosphorsäure, ferner Chlorkalium. Die Menge dieser Bestandtheile ist sehr veränderlich; auch sind noch andere bis jetzt noch weniger gekannte Substanzen vorhanden. — Die Salze betragen etwa 1 Proc. des frischen Fleisches. —

Was das Verhältniß der näheren Bestandtheile im Muskelfleische verschiedener Thierarten betrifft, so hat darüber Schloßberger und ferner Schütz Versuche angestellt, deren Resultate in folgender Tabelle in Procenten angegeben sind. Die nicht gerinnbaren Bestandtheile des Fleischwassers sind nur in zwei Gruppen gebracht, nach ihrer Löslichkeit in Alkohol. Die darin löslichen finden sich unter der Rubrik Alkoholextract, die darin unlöslichen, in Wasser aber löslichen unter der Ueberschrift Wasserextract. — Schl. bedeutet Schloßberger, Schz. Schütz.

	Ochsenfleisch		Kalbfleisch			Schweinefleisch.			Reh	Taube	Huhn jung
	Schl.	Schz.	Schloßberg.		Schz.	Schl.	Schütz		Schloßberger		
Fibrin, Gefäße, Nerv., Zellenstoff	17,5	15,00	15,0	16,2	19,00	16,8	21,00	20,30	18,0	17,0	16,5
Lösliches Eiweiß und Blutroth .	2,2	4,30	3,2	2,6	2,34	2,4	3,45	4,20	2,3	4,5	3,0
Alkoholextract .	1,5	1,32	1,1	1,4	1,75	1,7	3,31	1,55	2,4	1,0	1,4
Wasserextract .	1,3	1,80	1,0	1,6	1,14	0,8	2,06	1,65		1,5	1,2
Eiweißhaltiger phosphors. Kalk	Spur	—	0,1	Spur	—	Spur	—	—	—	0,6	—
Wasser, Fett und Verlust . . .	77,5	77,58	79,7	78,2	75,77	78,3	71,08	72,30	76,9	76,0	77,3

2. Zubereitung des Fleisches.

§. 315.

Wir genießen das Fleisch niemals im rohen, sondern in einem durch die Einflüsse des Wassers und der Wärme mehr oder weniger veränderten Zustande. Sämmtliche Bereitungsweisen lassen sich zusammenfassen unter zwei Hauptrubriken: Kochen und Braten. Das Dämpfen steht in der Mitte.

Beim Kochen des Fleisches wird dasselbe in der Regel mit kaltem Wasser beigestellt, dieses alsdann zum Sieden erhitzt und so lange darin erhalten, bis das Fleisch gar ist.

Aus dem Bisherigen wird es uns klar werden, was unter diesen Umständen erfolgt. Das Wasser entzieht dem Fleisch mehr und mehr seine löslichen Bestandtheile, denn nichts steht ja diesem Auslaugungsprocesse im Wege. Bald aber (bei 60 — 70° C.) gerinnt in den äußeren Schichten das gelöste Eiweiß und hindert nunmehr, indem es die Kanäle verstopft, das Eindringen des Wassers, nicht aber das der Wärme, so daß demnach auch im Innern des Fleisches alles Gerinnbare gerinnt. Beim Kochen macht ferner das Wasser seine Wirkung auf die leim- und chondringebende Substanz geltend, sie in Leim und Chondrin verwandelnd. — Das gekochte Fleisch enthält demnach vorzugsweise das Fibrin, einen Theil des Albumins in geronnenem Zustande, die unlöslichen Salze und den nicht extrahirten Theil der in Wasser löslichen Substanzen. — Die Fleischbrühe hingegen ist eine Leimlösung, welche verändertes Fibrin und den extrahirten Theil der löslichen Fleischbestandtheile in

mehr oder weniger umgewandeltem Zustande enthält. Das in Lösung übergegangen gewesene Eiweiß sammelt sich beim Kochen in geronnenem Zustande auf der Oberfläche in grauen Flocken, und wird in der Regel abgeschäumt. — Vorhandenes Fett bleibt größtentheils im Zusammenhange mit dem Fleische, kleinerentheils schwimmt es auf der Fleischbrühe. — Aus dem Angegebenen ersieht man ohne Mühe, daß man es in seiner Gewalt hat, die löslichen Bestandtheile des Fleisches mehr in diesem zurückzuhalten oder mehr in die Fleischbrühe übergehen zu lassen. — Ersteres wird erreicht, wenn man das Fleisch in bereits siedendes Wasser bringt, letzteres, wenn man das Wasser möglichst langsam zum Kochen erhitzt. Auf diesen Thatsachen beruht die von Liebig in neuester Zeit in Vorschlag gebrachte Methode: Fleisch zuzubereiten. Sie besteht darin, daß man es in siedendes Wasser bringt, einige Minuten damit kochen läßt, dann das Wasser auf 70° C. abkühlt und das Ganze einige Stunden bei dieser Temperatur erhält.

Beim Braten des Fleisches geht — mit Ausnahme verdampfenden Wassers und einiger Geruchsubstanzen — nichts von dem Fleische verloren, da der Saft des Fleisches meist in diesem verbleibt, und da man den ausfließenden und das ausgebratene Fett als Sauce zu dem Braten genießt. Die Einwirkung der Hitze wird beim Braten theils durch das im Fleisch befindliche Wasser, theils durch das vorhandene oder zugesetzte Fett vermittelt. Die durch stärkere Hitze ausgetrocknete und braun gewordene Oberfläche verdankt ihre Eigenthümlichkeit und ihren besonderen Geschmack nicht genau bekannten Veränderungen.

3. Verderbniß und Aufbewahrung des Fleisches.

§. 316.

Wenn man Fleisch in größeren Stücken der Luft aussetzt, so geräth es eher in Fäulniß, als es austrocknen kann; es wird weich, mürbe und nimmt einen unerträglichen Geruch an. Dünne Scheiben lassen sich in heißer Luft ohne Verderbniß trocknen.

Die Producte, welche beim Faulen entstehen, sind nur sehr unvollständig untersucht. Sie üben zum Theil, mit dem Blute in Berührung oder auch in den Magen gebracht, die giftigsten Wirkungen aus (Wurstgift, gefährliche Verwundungen bei Section fauler Leichname). Man vermuthet, daß sie hierbei in dem gesunden Körper

eine Umsetzung der Säfte veranlassen, die der ähnlich ist, in welcher sie selbst begriffen sind, vergl. §. 279.

Für die praktischen Zwecke des Lebens ist es daher äußerst wichtig, leicht ausführbare Methoden zu kennen zur Aufbewahrung des Fleisches. Wir betrachten im Folgenden einige der wichtigsten:

a. Aufbewahrung durch Abhalten der Luft.

α. Appert's Methode. Völlig zubereitetes Fleisch in einer zugelötheten Blechbüchse einige Stunden lang in siedendes Wasser gestellt, verwandelt den in derselben enthaltenen Sauerstoff in Kohlensäure und hält sich alsdann so lange unverändert, als die Büchse luftdicht schließt. Berzelius aß Hammelfleisch, welches 11 Jahre lang auf diese Weise aufbewahrt war und fand es so wohlschmeckend als frisches. —

β. Sweeny brachte in ausgekochtes Wasser Eisenspäne, legte Fleisch hinein und goß eine Schicht Oel auf. Nach 7 Wochen war das Fleisch noch vollkommen frisch.

γ. Hierher gehört auch das Einschmelzen des Fleisches in Butter oder Fett, — ferner die Erklärung, warum sich Pasteten, z. B. die Straßburger Gänseleberpasteten, halten (sie sind durch eine Butterdecke gegen die Einwirkung der Luft geschützt). Hierher gehört ferner das von Warrington vorgeschlagene Aufbewahren des Büffelfleisches (in den amerikanischen Steppen) durch Uebergießen mit einer Gypshülle, die später mit Fett getränkt wird. Das Einpacken in Kohlenpulver wirkt, außer durch Luftabschließung (die es nur unvollständig gewährt), auch noch dadurch, daß es alle Fäulnißprodukte sogleich einsaugt und als schlechter Wärmeleiter dient. (Lerchen, Wildpret verpackt man bekanntlich öfters in Kohlenpulver).

b. Aufbewahrung durch Salze (Einpöckeln).

Streut man Kochsalz auf frisches Fleisch und reibt es damit, so bildet sich bald eine Salzlacke, welche vom Fleische nicht mehr aufgenommen wird und deren Menge $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{2}$ der Flüssigkeit beträgt, welche im frischen Fleische enthalten war. Diese Salzlacke enthält jedoch nicht allein einen Theil des Wassers, sondern auch die in diesem Antheile gelösten Bestandtheile des Fleisches: Albumin, Kreatin, Kreatinin, Salze ꝛc. Mit ihr verliert man demnach diese nahrhaften Stoffe. — Das Einsalzen geschieht auf verschiedene Weise. — Das berühmte Hamburger Pöckelfleisch z. B. wird bereitet, indem man das

von Talg befreite Ochsenfleisch von der Käule so lange mit einem Gemenge von 8 Thln. Kochsalz und 1 Thl. Salpeter reibt, als es trocken bleibt. Sobald Nässe erscheint, wird das Fleisch mit Gewürznelken und Lorbeerblättern in Fässer so eng wie möglich gepackt, diese verschlossen und vier Wochen lang täglich umgewendet. —

Die englische Salzbeize besteht aus 192 Thln. Kochsalz, 3 Thln. Salpeter, 32 Thln. Zucker und 1280 Th. Wasser. Das Fleisch wird hineingelegt und mit Steinen beschwert. Es wird besonders schön roth. Der Zucker mildert das Hartwerden, wozu der Salpeter leicht Veranlassung giebt.

c. Aufbewahrung durch Räuchern.

Es ist eine sehr alte Erfahrung, daß Fleisch nach dem Räuchern sich hält; ebenso wußte man, daß der Holzessig thierische Stoffe vollständig gegen Fäulniß schützt. Seitdem die Produkte der trockenen Destillation des Holzes näher erforscht sind, wissen wir, daß diese fäulnißhemmende Wirkung hauptsächlich einem der Zersetzungsprodukte zukommt, dem Kreosot. — In den Haushaltungen verbindet man häufig die beiden letzteren Methoden der Aufbewahrung — Salzen und Räuchern — mit einander, z. B. bei den Schinken.

d. Aufbewahrung durch Essig oder aromatische Substanzen.

Um Fleisch kürzere Zeit aufzubewahren, legt man es in Essig oder zwischen aromatische Substanzen, welche beide als fäulnißhemmende Körper wirken. Bei dem Einlegen in Essig nimmt das Fibrin des Fleisches eine Portion der Säure in chemische Verbindung auf und schwillt an. — Die böhmischen Fasanen und Feldhühner packt man in starkriechende Tannenzweige, und zweifelsohne wirkt das Terpentinöl hierbei mit, daß sie ganz unverändert und frisch selbst im Norden und Westen Deutschlands ankommen.

e. Aufbewahrung bei niederer Temperatur.

Daß sich Fleisch bei einer niederen Temperatur länger als bei höherer hält und unter dem Gefrierpunkte auf ewige Zeiten unverändert bleibt (im Eise von Sibirien fand Pallas einen Mammuth, ein Thier der Urzeit, mit Haut und Haaren wohlerhalten), ist eine bekannte Erfahrung, die auch im Leben (Aufbewahrung des Fleisches in Eiskellern) häufige Anwendung findet.

IX. Die Oberhaut und ihre Ausscheidungen (Hornsubstanz.)

§. 317.

Die Haut, welche den Körper einhüllt, ist aus drei Schichten zusammengesetzt. Die untere (die Lederhaut) besteht aus leimgebender Substanz und liefert gegerbt das Leder, — darüber liegt eine schleimige Schicht (das Malpighi'sche Netz), in welcher die Nervenenden verlaufen, und außen endlich ist die glatte oder mit Haaren, Schuppen ꝛc. bedeckte Oberhaut (Epidermis). Die letztere ist es, mit der wir uns hier zu beschäftigen haben. Sie ist ihrer Hauptsubstanz nach identisch mit den Nägeln, Krallen, Klauen, Hufen, Hörnern, Federn, Schuppen, Haaren, der Wolle, dem Schildpatt, Fischbein u. s. w. — Die allen diesen Fortsetzungen der Oberhaut gemeinschaftliche organische Substanz wird Hornsubstanz genannt. Dieselbe schmilzt in hoher Temperatur, ohne sich aufzublähen, und brennt mit heller Flamme. Sie löst sich nicht in kochendem Wasser. In 100 Thln. enthält sie — nach Abzug des unverbrennlichen Rückstandes *) — 50,0 Kohlenstoff, 6,8 Wasserstoff, 16,5 Stickstoff, 23,5 Sauerstoff und 3,4 Schwefel. — Der Aschengehalt beträgt bei dem Horne 0,7 Proc., bei den Nägeln 0,5 Proc., bei den Federfahnen 3 — 6 Proc. — Die Asche der Federn enthält merkwürdiger Weise durchschnittlich 33 Proc. Kieselsäure (v. Gorup Besanez.)

Aus der äußern Haut schwitzen zweierlei Substanzen aus, erstens eine fettige, zum Theil auch seifenartige, die Hautschmiere, und zweitens eine wässerige, der Schweiß (s. unten).

Die Schleimhäute dagegen sondern eine ganz abweichende Substanz aus, den Thierschleim (mit welchem nicht die abgestoßene Oberhaut der Schleimhäute, oder der Eiter, der sich bei krankhaften Zuständen der Schleimhäute [Schnupfen, Katarrh] auf ihrer Oberfläche unter der Oberhaut bildet — Substanzen, welche man gewöhnlich auch Schleim nennt — verwechselt werden dürfen). Seine Natur ist noch nicht genau ermittelt. Die gemachten Untersuchungen beziehen sich alle auf mit anderen Substanzen gemengten Schleim. — In Wasser löst sich der Schleim nicht, sondern er quillt darin nur auf.

---

*) Mulder, Scheik. Onderz. IV. 2. pag. 291.

X. Der Speichel.

§. 318.

Die im Munde enthaltene, aus besonderen Drüsen abgesonderte Flüssigkeit, der Speichel, besteht aus einer wässerigen Auflösung verschiedener Körper und darin schwebendem Schleim. Letzterer setzt sich aus Speichel, namentlich mit Wasser verdünntem, allmälig ab. Der Speichel des Menschen reagirt beim Essen, selbst beim Genuß saurer Speisen (Erdbeeren z. B.) alkalisch, sonst bald sauer, bald alkalisch. Berzelius fand in 1000 Th.

Speichelstoff	2,9
Schleim	1,4
Extractive Substanzen .	0,9
Chlornatrium	1,7
Natron	0,2
Wasser	992,9
	1000,0.

Enderlin wies später in der Asche auch phosphorsaures Natron, Chlorkalium, schwefelsaures Natron, phosphorsaures Calcium-, Magnesium- und Eisenoxyd nach.

Die oben Speichelstoff genannte Substanz ist von den anderen Thierbestandtheilen verschieden, aber ihrer Natur nach nur unvollständig bekannt. Sie löst sich in Wasser. Die Lösung wird weder durch Kochen, noch durch Säuren oder Metallsalze gefällt.

Bei Verdunstung des Speichels im Munde setzt sich auf den Zähnen der sogenannte Weinstein ab. Berzelius fand darin 79,0 Proc. phosphorsaure Kalk- (und Bittererde), 1,0 Proc. Speichelstoff, 12,5 Proc. Schleim, 7,5 unbekannte thierische Materie. — Die Speichelsteine der Pferde und Esel enthalten mehr kohlensauren als phosphorsauren Kalk.

XI. Der Magensaft.

§. 319.

Im leeren Magen befindet sich nur eine geringe Menge einer klaren gelblichen, nicht sauer reagirenden, etwas salzigen Flüssigkeit; kommen aber Speisen in den Magen, so ergießt sich sofort eine große Menge Magensaft von stark saurer Reaction. Die freie Säure ist Salzsäure, hie und da wurde auch Milchsäure und Buttersäure gefunden.

Prout fand durchschnittlich 0,066 Proc. freie und 0,13 Proc. aus Chlornatrium und Chlorkalium abscheidbare Salzsäure im Magensaft.

Die in demselben vorhandenen sonstigen Substanzen (unter denen L. Gmelin und Tiedemann Speichelstoff, zuweilen Eiweiß, extractive [unbekannte] Substanzen, schwefelsaures Kali und phosphorsaure Salze der alkalischen Erden, des Eisens und Mangans angeben) sind als noch nicht hinlänglich bekannt zu erachten. Gewiß ist, daß man mit einem künstlich gemischten Magensafte die Verdauung des geronnenen Eiweißes ꝛc. nicht so schnell zu bewerkstelligen vermag, als mit natürlichem; daß aber dieser Unterschied sogleich schwindet, sobald man dem künstlichen etwas Magenschleim oder ein Stückchen Magenschleimhaut zusetzt. — Man folgerte daraus, daß von den Magendrüsen eine Substanz ausgeschieden werde, welche auf geronnenes Albumin und Fibrin, auf leimgebende Substanz ꝛc. ähnlich auflösend und umsetzend wirke, wie Diastase auf Stärkemehl, und nannte dieselbe Pepsin. Es gelang sogar, aus dem Magensafte eine Substanz darzustellen, welche man glaubte für Pepsin halten zu dürfen. Die wässerige Lösung des sogenannten Pepsins wirkt jedoch nur bei Gegenwart freier Salzsäure verdauend, durch Siedhitze wird seine Verdauungskraft aufgehoben. — Die Existenz des Pepsins, als eines besonderen und eigenthümlichen Körpers, ist noch zweifelhaft.

XII. Die Galle.

§. 320.

In der Leber wird aus dem venösen Blute eine schleimige, gelblich- oder bräunlichgrüne, bittere, unangenehm riechende Flüssigkeit bereitet, welche sich bei dem Verdauungsproceß in den Zwölffingerdarm, sonst durch den Gallenkanal in die Gallenblase ergießt, wo sie bis zu weiterer Verwendung angesammelt bleibt; sie heißt Galle und hat eine sehr zusammengesetzte Beschaffenheit. Im Allgemeinen besteht sie aus etwa 93 Proc. Wasser und 7 Proc. festen Bestandtheilen. Letztere lassen sich in folgende Gruppen bringen.

1) Bilin,
2) Zersetzungsprodukte des Bilins,
3) Gallenfarbstoff (Cholepyrrhin),
4) Schleim,
5) Fette, darunter Cholsterin,
6) Extractive (unbekannte) Substanzen und milchsaure Salze,
7) Unorganische Salze und Alkalien,
8) Wasser.

Das Bilin besteht aus Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff, Stickstoff und Schwefel in nicht festgestellten Verhältnissen. Es läßt

sich nämlich seiner leichten Zersetzlichkeit wegen nicht rein darstellen. — Es ist eine bittersüßliche, nicht krystallinische, in Wasser und Weingeist lösliche Substanz. — Seine Zersetzungsprodukte sind zum Theil saurer, zum Theil basischer Natur; manche sind krystallisirbar.

Das Cholepyrrhin in reinem Zustande aus der Galle abzuscheiden, ist bis jetzt ebenfalls noch nicht gelungen; es gelingt jedoch aus einer gewissen Art von Gallensteinen, die fast ganz daraus bestehen. Es stellt eine rothgelbe, pulverige, in Wasser und Weingeist kaum, in Alkalien mit gelber Farbe lösliche Masse dar. Die Lösung wird an der Luft grün und giebt mit Säuren einen gleichgefärbten stickstofffreien Niederschlag, der mit dem Chlorophyll die größte Uebereinstimmung zeigt.

Das Cholsterin, welches wir auch als Bestandtheil des Gehirns, Rückenmarks und der Nerven aufgeführt haben, läßt sich aus der getrockneten Galle durch Aether ausziehen. Leichter noch erhält man es aus den gewöhnlichen Gallensteinen, die oft fast ganz daraus bestehen. Es krystallisirt in farblosen Blättern, ist geruch- und geschmacklos, schmilzt bei 137°, ist nicht verseifbar. Zusammensetzung $C_{37}H_{32}O$.

Salze ꝛc. fand Thénard in 100 Thln. Ochsengalle folgende: Natron 0,50, phosphorsaures Natron 0,25, Kochsalz 0,40, schwefelsaures Natron 0,10 schwefelsauren Kalk 0,15 und eine Spur Eisenoxyd, zusammen 1,40 Procent.

XIII. Das Fett.

§. 321.

Durch den ganzen Körper verbreitet, zwischen und auf seinen festen Parthieen abgelagert, wie in seinen Flüssigkeiten suspendirt, finden sich Substanzen, welche sich in jeder Beziehung den Pflanzenfetten anreihen; es sind die thierischen Fette. Die größte Masse des Fettes findet sich abgelagert in dem unter der Lederhaut befindlichen Zellgewebe. Von der unschmelzbaren Substanz desselben lassen sich die Fette durch Ausschmelzen (Auslassen) leicht trennen. — Die harten thierischen Fette heißt man Talg, die weicheren in der Regel Schmalz, das flüssige Fett der Fische Thran. —

Ihrer chemischen Natur nach kommen die thierischen Fette überein mit den Pflanzenfetten; wie diese bestehen sie stets aus mehreren einfachen Fetten, und zwar der Hauptsache nach ebenfalls aus Stearin, Margarin, Oleïn und Olin, zuweilen finden sich andere Fette beigemischt, wie wir dies z. B. bei dem Thran und später bei der Butter

sehen werden. — Die Consistenz und der Schmelzpunkt der verschiedenen Fette ist abhängig von ihrem größeren oder geringeren Gehalte an schwer oder leicht schmelzbaren einfachen Fetten.

Von den thierischen Fetten mögen besonders erwähnt werden:

1) Talg. Derselbe wird vorzugsweise durch Auslassen des Fettes der Schafe, sowie der Ochsen und Rinder erhalten; beide Sorten sind einander sehr ähnlich, der Hammeltalg jedoch ist etwas fester als der Ochsentalg. Sie bestehen aus etwa $^3/_4$ festen Fetten (Stearin mit etwas Margarin) und $^1/_4$ Olein. — Der eigenthümliche Geruch mancher Talgarten rührt her von einer geringen Beimischung von Hircin, einem flüssigen, riechenden Fette, welches beim Verseifen eine eigenthümliche, flüchtige fette Säure, die Hircinsäure, liefert. Diese ist ausgezeichnet durch einen Bocksgeruch, wie denn auch im Talg der Böcke das Hircin in größter Menge enthalten ist. Der Talg wird, wie bekannt, vorzugsweise zu Kerzen und Seife benutzt. Sein Schmelzpunkt liegt etwa bei 39° C. An der Luft wird er bald ranzig und gelblich.

2) Schweineschmalz. Weißes, körniges, bei gewöhnlicher Temperatur weiches Fett, zwischen 26 und 31° C. schmelzend, aus etwa 60 Proc. Olein und 40 Proc. festen Fetten (vorzüglich Margarin) bestehend, von mildem Geschmack und geringem Geruch, an der Luft bald ranzig werdend und dabei einen starken, dem der Capronsäure (s. Butter) ähnlichen Geruch entwickelnd. Das Schweineschmalz findet in der Haushaltung, der Medicin und den Gewerben ausgedehnte Anwendung.

3) Klauenfett, durch Auskochen der unteren Theile der von Haaren und Klauen befreiten Schenkelknochen der Ochsen mit Wasser und Abschöpfen des aufschwimmenden Oeles zu erhalten. — Fast nur aus Olein bestehend, unter dem Gefrierpunkte flüssig bleibend, hält sich lange ohne ranzig zu werden; daher zum Einölen der Thurmuhren ꝛc. trefflich anwendbar, namentlich nach Abscheidung des darin enthaltenen festen Fettes durch sehr starke Abkühlung.

4) Gänsefett. Ein farbloses, körniges, weiches Fett von mildem Geschmack und nicht unangenehmem Geruch, bei 27° C. schmelzend, aus etwa 32 Proc. starren Fetten und 68 Proc. flüssigen bestehend. Letztere bedingen die Eigenthümlichkeit des Gänsefettes, enthalten jedenfalls wenigstens ein eigenthümliches einfaches Fett, sind nicht genau untersucht.

5) Wallfischthran, aus der Speckhaut der Wallfische ausfließend oder ausgeschmolzen. Bräunliches Oel von widerlichem Fischgeruch, in seinem Verhalten den trocknenden Pflanzenölen gleich,

daher wahrscheinlich wie diese vorzugsweise aus Olin bestehend. Der eigenthümliche Geruch ist bedingt durch ein besonderes einfaches Fett, Phocin, welches verseift eine flüchtige, nach Thran und alter Butter riechende fette Säure, die Phocensäure (Delphinsäure) liefert. Der Wallfischthran dient zur Fabrikation grüner Seife, als Brennmaterial und zu vielen anderen Zwecken.

6) Leberthran (Stockfischthran), aus der Leber des Stockfisches (Gadus Morrhua, Molva und Callarias); entweder aus der frischen Leber an der Sonne freiwillig ausfließend (blanker Leberthran), oder aus der faulen Leber freiwillig ausfließend (braunblanker Leberthran), oder aus derselben ausgekocht und ausgebraten (brauner Leberthran). Der erstere ist ein gelbes, klares Oel von süßlichem, fettem, seefischartigem Geschmack und schwachem, eigenthümlichem Geruch; der letztere ist dunkelbraun von ekelhaftem Geruch und Geschmack. Beide trocknen an der Luft, bestehen daher (wahrscheinlich) größtentheils aus Olin, enthalten außerdem Margarin und sicher noch anderweitige eigenthümliche Fette. Beide sind jodhaltig und finden in der Arzeneikunde ausgedehnte Anwendung.

7) Wallrath (Sperma ceti). Festes Fett, in den Schädelknochen der Wallfischarten enthalten und aus dem daraus gewonnenen Thrane sich abscheidend, weiß, durchscheinend, bei 45° C. schmelzbar, blätterig krystallinisch erstarrend. Der Wallrath unterscheidet sich von den anderen Fetten auf's Wesentlichste; er wird durch Alkalien sehr schwer verseift und liefert dabei nicht Oelsüß und die gewöhnlichen fetten Säuren, sondern an der Stelle des ersteren eine eigenthümliche Substanz, Aethal, und statt der letzteren eine gleichfalls eigenthümliche fette Säure, die Aethalsäure. — Der Wallrath liefert treffliche Kerzen und feine Salben.

Zweite Unterabtheilung.

Von den beim Lebensprocesse der Thiere erzeugten Ausscheidungen.

Diese zweite Unterabtheilung spalten wir in zwei Gruppen und sprechen in der ersten: von den Ausscheidungen, welche zum Zwecke haben, Verbrauchtes oder Unbrauchbares aus dem Körper zu ent-

fernen, — in der zweiten von denjenigen, welche auf den Fortpflanzungsproceß Bezug haben.

A. Ausscheidungen, welche zum Zwecke haben, Verbrauchtes oder Unbrauchbares zu entfernen.

I. Harn.

§. 322.

Die in den Nieren aus arteriellem Blute abgesonderte, durch den Harnleiter in die Blase gelangende und in dieser sich ansammelnde Flüssigkeit, der Harn, ist eine in der Regel klare oder fast klare, mehr oder minder gelbliche, im normalen Zustande beim Menschen und den fleischfressenden Thieren sauer, bei den Pflanzenfressern alkalisch reagirende Flüssigkeit von schwachem Geruch, welche jedoch nach kurzer Zeit faul, ammonartig übelriechend und sehr stark alkalisch wird. — Wir betrachten zuerst die allgemeine Zusammensetzung des Harns, sodann die ihm eigenthümlichen Bestandtheile, endlich seine Umsetzung beim Faulen.

1. Allgemeine Zusammensetzung des Harns.

a. Menschenharn.

§. 323.

1. Läßt man Harn ruhig stehen, so scheiden sich bald leichte, wolkige Massen in größerer oder geringerer Menge ab. Sie lassen sich abfiltriren und sind Schleim.

2. Dampft man Harn ab, bis er dicklich zu werden anfängt, und läßt ihn so in einem verschlossenen Gefäße längere Zeit stehen, so krystallisirt ein Körper heraus, den wir noch nicht kennen gelernt haben, der Harnstoff. Setzt man dem concentrirten Harne das doppelte Volumen ziemlich starker Salpetersäure zu und kühlt ab, so erhält man nach kurzer Zeit eine große Quantität schuppiger Krystalle von salpetersaurem Harnstoff.

3. Setzt man zu frischem Harn etwas Salz- oder Schwefelsäure, so scheidet sich nach einiger Zeit ein bräunliches oder röthliches, durch Umkrystallisiren ꝛc. weiß zu erhaltendes krystallinisches Pulver aus. Es hat die Natur einer Säure und heißt Harnsäure.

4. Außer diesen drei leicht nachweisbaren Bestandtheilen des normalen Harns hat man darin noch folgende Substanzen nachgewiesen:

Kreatin und Kreatinin,

Extractive (nicht genau bekannte) und färbende Substanzen.

5. Ferner finden sich im Harn der Menschen (und grasfressenden Thiere) Salze einer eigenthümlichen Säure, der Hippursäure — (in dem Harn der letzteren öfters auch Spuren von benzoësauren Salzen).

6. Endlich sind im Harn unorganische Salze enthalten.

7. Folgende Analyse des menschlichen Harns, von Berzelius, mag dazu dienen, eine Vorstellung des etwaigen (übrigens sehr wechselnden) relativen Verhältnisses der einzelnen Harnbestandtheile zu geben:

Wasser	93,300
Harnstoff	3,010
Harnsäure	0,100
Sonstige organische Substanzen	1,714
Harnblasenschleim	0,032
Schwefelsaures Kali	0,371
» » Natron	0,316
Phosphorsaures Natron	0,294
Saures phosphorsaures Ammon	0,165
Chlornatrium	0,445
Chlorammonium	0,150
Phosphorsaure Kalk- und Bittererde	0,100
Kieselsäure	0,003
	100,000.

8. Auf die Concentration des Harns haben übrigens die mannigfaltigsten Umstände wesentlichen Einfluß; so ist der Morgenharn viel concentrirter als der am Tag oder gar als der nach einem Bad oder nach reichlichem Wassergenuß entleerte.

9. Die Art und das relative Verhältniß der Bestandtheile aber hängt ab von der Nahrung, Bewegung, dem Gesundheitszustande u. s. w. — Manche Bestandtheile der Speisen gehen nämlich unverändert, andere in bestimmter Weise verwandelt in den Harn über, so findet man z. B. viele Salze, manche organische Säuren, ätherische Oele, Farbstoffe bald nach dem Genuß im Harn wieder; so findet man nach dem Genuß von weinsteinsauren, citronensauren, äpfelsauren ꝛc. Alkalien den Harn alkalisch durch kohlensaures Alkali.

10. In Krankheiten verändert sich der Harn oft auf merkwürdige Weise, daher seine Beschaffenheit häufig für den Arzt von großem Interesse ist. — Oefters wird er alkalisch und ist dann stets trübe durch ausgeschiedene phosphorsaure Kalk- und Bittererde, — öfters wird er so concentrirt oder so reich an Harnsäure, daß sich darin nach kurzem Stehen ein grauer oder röthlicher Niederschlag

von Harnsäure und harnsauren Salzen bildet. Diesen Zustand zeigt er namentlich nach heftigen körperlichen Bewegungen und ferner bei Fiebern. Während der letzteren ist der Bodensatz ziegelroth. — Nicht selten enthält der Harn Eiweiß, namentlich bei Wassersüchtigen; er trübt sich alsdann beim Erhitzen. In der Gelbsucht färbt er sich hochgelb durch Gallenbestandtheile, — in der zuckerigen Harnruhr verschwindet der Harnstoff, dafür enthält der Harn Traubenzucker.

11. Oefters setzen sich schon in der Blase Niederschläge aus dem Harn ab und bilden sandige oder steinartige Concretionen (Gries, Harnsteine) von verschiedener, oft beträchtlicher Größe, abweichender Zusammensetzung und geschichteter Structur. Viele bestehen vorzugsweise aus Harnsäure und harnsauren Salzen, — andere aus phosphorsaurem Kalk und phosphorsaurer Ammon-Magnesia; — die sogenannten Maulbeersteine bestehen aus oxalsaurem Kalk; — sehr selten vorkommende Harnsteine bestehen aus zwei eigenthümlichen organischen Substanzen, Cystin ($C_6H_6NS_2O_4$) und Xanthin ($C_5H_2N_2O_2$).

b. Harn der Thiere.

§. 324.

Der Harn der höheren Thierklassen enthält wie der des Menschen vorwaltend Harnstoff, der der Pflanzenfresser ist an Hippursäure weit reicher als der Menschenharn, und verhält sich auch außerdem etwas anders. Der Harn der Fleischfresser ist überaus reich an Harnstoff, der der Schlangen dagegen besteht fast nur aus saurem harnsaurem Ammon, ähnlich verhält sich der der Vögel.

Da die Zusammensetzung des Harns der Stallthiere von wesentlichem Einflusse auf die Beschaffenheit des Mistes und somit von besonderem Interesse für uns ist, soll über den Harn einiger folgendes Nähere mitgetheilt werden. Die Angaben sind der verdienstlichen Arbeit des Herrn von Bibra entnommen. Daß im Harn der Thiere Kreatin und Kreatinin vorkomme, ist höchst wahrscheinlich. Versuche sind darüber noch nicht angestellt; das Auffinden dieser Substanzen im Menschenharn durch Liebig gehört der allerneuesten Zeit an.

Harn des Pferdes.

Derselbe ist trübe, dicklich und setzt in wenigen Minuten einen starken, gelbweißen Bodensatz ab, der sich schon aufgeschlämmt im Harn befindet. Reaction stets alkalisch. Menge der festen Bestandtheile zwischen 12,5 bis 8,5, also durchschnittlich concentrirter als der Menschenharn.

Zwei Analysen vom Harn desselben Thieres zu verschiedenen Zeiten angestellt, ergaben:

	I.	II.
In Wasser lösliche Extractivstoffe .	2,132	1,925
In Alkohol » » .	2,550	1,826
In Wasser lösliche Salze . . .	2,340	4,000
» » unlösliche » . . .	1,880	
Harnstoff	1,244	0,836
Hippursäure	1,260	0,123
Schleim	0,005	0,006
Wasser	88,509	91,284
	100,000	100,000.

Benzoësäure war nie in wägbarer Menge, wohl aber einigemal in sehr geringen Spuren vorhanden.

Analyse der Pferdeharnsalze:

	I.	II.
Kohlensaurer Kalk.	12,50	31,00
Kohlensaure Magnesia	9,46	13,07
Kohlensaures Kali.	46,09	40,33
» Natron.	10,33	
Schwefelsaures Kali	13,04	9,02
Chlornatrium	6,94	5,60
Eisenoxyd	Spuren.	Spuren.
Kieselsäure	0,55	0,98
Verlust	1,09	
	100,00	100,00

Der im Pferdeharn sich bildende Bodensatz besteht aus:

	I.	II.	III.
Kohlensaurem Kalk . .	80,9	87,2	87,5
Kohlensaurer Magnesia.	12,1	7,5	8,2
Organischer Substanz .	7,0	5,3	4,3
	100,0	100,0	100,0.

Harn des Schweines.

Hell, fast geruchlos, alkalisch. — Bestandtheile in zwei verschiedenen Fällen:

	I.	II.
In Wasser lösliche Extractivstoffe	0,142	0,112
In Alkohol » »	0,387	0,399
In Wasser lösliche Salze. . .	0,909	0,848
» » unlösliche » . . .	0,088	0,080
Harnstoff	0,273	0,297
Schleim.	0,005	0,007
Wasser	98,196	98,257
	100,000	100,000.

Der Aschenrückstand von I. enthielt:

Chlornatrium mit wenig Chlorkalium	53,1
Schwefelsaures Natron	7,0
Kohlensaures Kali	12,1
Phosphorsaures Natron	19,0
Phosphorsaure Kalk- und Talkerde, Spur von Kieselsäure und Eisenoxyd	8,8
	100,0.

Harnsäure und Benzoësäure war nie, Hippursäure einigemal in zweifelhaften Spuren vorhanden.

Harn des Ochsen.

Schwach dunkelgelb, vollkommen klar, von eigenthümlichem, nicht eben widerlichem Geruch.

Der Harn eines und desselben Ochsen enthielt zu verschiedenen Zeiten:

	I.	II.
In Wasser löslichen Extractivstoff	2,248	1,643
In Alkohol » »	1,421	1,020
In Wasser lösliche Salze	2,442	2,577
» » unlösliche »	0,150	0,222
Harnstoff	1,976	1,021
Hippursäure	0,555	1,200
Schleim	0,007	0,006
Wasser	91,201	92,311
	100,000	100,000.

Bestandtheile der Asche:

Kohlensaurer Kalk	1,07
Kohlensaure Magnesia	6,93
Kohlensaures Kali	77,28
Schwefelsaures Kali	13,30
Chlornatrium	0,30
Kieselsäure	0,35
Spur von Eisenoxyd, Verlust	0,77
	10,000.

Die Quantität des Chlornatriums betrug bei anderen Versuchen 14,22 bis 16,0 Proc., das kohlensaure Alkali war stets beträchtlicher als im Pferdeharn und dagegen kohlensaure Kalk- und Bittererde in geringerer Menge vorhanden. — Die Quantität der Hippursäure im Ochsenharn war überaus verschieden unter anscheinend gleichen Umständen; weniger stark schwankte der Gehalt an Harnstoff.

2. Dem Harn eigenthümliche Bestandtheile.

a. Harnstoff.

§. 325.

Man erhält denselben am leichtesten rein aus dem nach obiger Angabe dargestellten und aus verdünnter siedender Salpetersäure umkrystallisirten salpetersauren Harnstoff, indem man seine Lösung mit kohlensaurem Baryt abdampft und aus dem Rückstande — salpetersaurem Baryt und Harnstoff — diesen durch Weingeist auszieht. — Aus der eingeengten Lösung krystallisirt er in farblosen, vierseitigen, dünnen Säulen. Er schmeckt kühlend, hat keinen Geruch, schmilzt bei 120° C. ohne Zersetzung, löst sich leicht in Wasser und Weingeist. Mit den Hydraten der Sauerstoffsäuren verbindet er sich (ohne Abscheidung ihres Hydratwassers) zu salzartigen Verbindungen und zeigt demnach ein dem des Ammoniaks und der Alkaloide entsprechendes Verhalten.

Zusammensetzung: $C_2H_4N_2O_2$; die des salpetersauren Harnstoffs ist $C_2H_4N_2O_2, HO, NO_5$. Die leicht erfolgende Ausscheidung des letzteren beruht auf seiner Schwerlöslichkeit in concentrirter wässeriger Salpetersäure.

Der Harnstoff läßt sich auch ohne alle Mithülfe des Lebensprocesses darstellen; am leichtesten durch Zersetzung cyansauren Kalis mit schwefelsaurem Ammon. Es entsteht dadurch, bei Herstellung gewisser Umstände, schwefelsaures Kali und Harnstoff, welcher letztere genau dieselben Bestandtheile enthält, wie das cyansaure Ammon, mit demselben aber in seinen Eigenschaften nicht übereinkommt. — Der Harnstoff ist demnach eigentlich (nach unserer Definition der organischen Körper) eine unorganische Verbindung; wir haben ihn aber erst hier aufgeführt, weil er nur durch sein Vorkommen im Harn für uns von Interesse ist.

b. Harnsäure.

§. 326.

Dieselbe wird am leichtesten aus den Schlangenexcrementen erhalten. Man kocht letztere mit Kalilauge, bis alles Ammon ausgetrieben leitet Kohlensäure in die Lösung, bis sie fast neutral reagirt, wäscht

den entstehenden Niederschlag von saurem harnsaurem Kali aus, löst ihn in verdünnter Kalilauge und gießt dieselbe heiß in verdünnte Salzsäure. Die Harnsäure scheidet sich alsdann in Gestalt eines weißen, aus glänzenden Blättchen bestehenden Pulvers aus. — Auf gleiche Weise läßt sie sich auch aus Tauben- und Hühnerexcrementen, Harnsedimenten, Harnsteinen, Guano (s. unten) ꝛc. erhalten.

Die Harnsäure ist geschmack- und geruchlos, in kaltem Wasser, Aether und Weingeist so gut wie nicht, in heißem Wasser kaum löslich. Sie bildet mit Basen neutrale und saure Salze, welche alle in Wasser nicht oder schwer löslich sind. Die alkalischen lösen sich leicht in Kalilauge. Die Harnsäure ist als Säure so schwach, daß ihre Salze schon durch Kohlensäure zersetzt werden.

Zusammensetzung: $C_5 H_2 N_2 O_3$.

Die Harnsäure liefert mit Salpetersäure und anderen Reagentien eine Reihe höchst merkwürdiger Zersetzungsprodukte, die jedoch für uns kein besonderes Interesse bieten. Nur auf eine Reaction soll aufmerksam gemacht werden, welche geeignet ist, geringe Mengen von Harnsäure auf eine leichte Art nachzuweisen. Löst man nämlich Harnsäure oder eine Harnsäure enthaltende Substanz in Salpetersäure, dampft die Lösung ab und übersättigt sie mit Ammon, so wird sie intensiv purpurroth. Der Körper, welcher diese Färbung bedingt, heißt Murexid und läßt sich in goldglänzenden Blättchen darstellen.

c. Hippursäure.

§. 327.

Man gewinnt dieselbe am besten aus Pferde- oder Kuhharn. Derselbe wird im Wasserbad auf $\frac{1}{8}$ seines Volumens eingedampft, dann Salzsäure zugemischt. Die sich abscheidende unreine Hippursäure kann durch Behandlung ihrer Lösung mit Thierkohle, mit Chlor, mit Alaun und auf andere Art gereinigt werden. Sie stellt im reinen Zustande weiße, vierseitige lange Säulchen dar, von schwachem Geruch, ist ohne Zersetzung schmelzbar, in Wasser schwer löslich. Bei stärkerer Hitze zerfällt sie in verschiedene Produkte, namentlich in Benzoësäure und Blausäure. — Durch Salpetersäure wird sie ebenfalls leicht in Benzoësäure verwandelt. — Nimmt man dagegen Benzoësäure ein, so findet man im Harn Hippursäure in entsprechender Menge. Beide Säuren stehen also in naher Beziehung zu einander. —

Zusammensetzung des Hippursäurehydrats: $C_{18} H_8 N O_5, HO$.

d. Extractivstoffe des Harns.

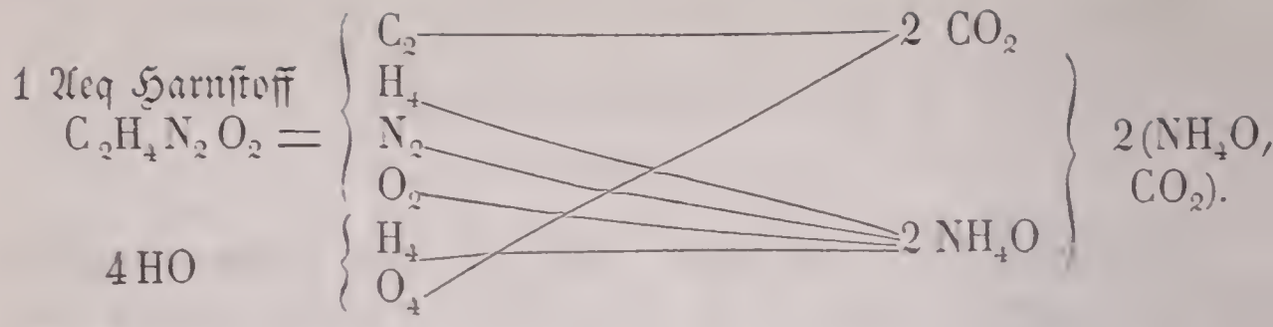
§. 328.

Der größte Theil desjenigen, was man man früher Extractivstoffe des Harns nannte, wurde von Scherer in der neuesten Zeit als ein besonderer thierischer Farbstoff erkannt und Harnfarbstoff genannt. Derselbe befindet sich jedoch in einem fortwährenden Umsetzungs-, namentlich Verwesungsproceß, daher seine Zusammensetzung nicht stets dieselbe ist. Scherer fand in 100 Thln. des Farbstoffs aus einem Harn, Kohlenstoff 65,51 Proc., Wasserstoff 7,45, Stickstoff 7,08, Sauerstoff 19,96, — der Farbstoff eines andern Harns hingegen enthielt 58,43 Kohlenstoff, 5,16 Wasserstoff, 8,83 Stickstoff und 27,58 Sauerstoff. Säuren, neutrales und basisch essigsaures Bleioxyd fällen den Farbstoff.

3. Fäulniß des Harns.

§. 329.

Füllt man eine Flasche mit frisch gelassenem Harn, und verschließt sie sofort luftdicht, so hält sich der Harn sehr lange unverändert, bleibt er aber bei Luftzutritt stehen, so nimmt er bald einen unangenehmen, stark ammoniakalischen Geruch an und verändert seine Beschaffenheit vollkommen. Untersucht man nämlich den faulen Harn, so findet man darin keinen Harnstoff mehr, dafür aber eine reichliche Menge kohlensauren Ammons; der Harnfarbstoff ist ebenfalls verschwunden, desgleichen die Hippursäure; dafür findet sich im Harn essigsaures und benzoësaures Ammon und eine Reihe harzartiger, stickstoffhaltiger Substanzen. — Die für uns merkwürdigste Veränderung ist jedoch die, welche der Hauptbestandtheil des Harns — der Harnstoff — erleidet. Da sich eine reine Auflösung desselben unverändert erhält, da ferner vor Luftzutritt geschützter Harn ebenfalls nicht fault, so läßt sich der Schluß ziehen, daß der Uebergang des Harnstoffs in kohlensaures Ammon nur unter Anregung einer anderen chemischen Aktion erfolge, und ferner, daß diese anregende Aktion von der Umsetzung, und zwar der Verwesung, des Harnfarbstoffs herrühre. Der Uebergang des Harnstoffs in kohlensaures Ammon erfolgt unter Zutritt von 4 Aeq. Wasser, wie sich aus folgendem Schema ergiebt:



Der sogenannte Fäulnißproceß des Harns ist dieses also nicht im eigentlichen Wortsinn, denn ein Bestandtheil verwest, ein zweiter erleidet eine Umsetzung unter Zutritt von Wasserbestandtheilen, andere faulen wirklich.

II. Die Excremente.

§. 330.

Während im Harn das Verbrauchte aus dem Körper entleert wird, enthalten die Excremente das Unbrauchbare. Dieser Begriff ist jedoch näherer Erläuterung bedürftig. Manche Substanzen sind als ganz und gar unverdaulich zu betrachten. Diese werden also jedenfalls in den Excrementen entleert; andere können zwar verdaut werden, unter gewissen Umständen — z. B. bei Ueberfüllung des Magens — geschieht es aber nicht. In diesem Falle finden sich in den Excrementen auch Stoffe, die an und für sich verdaulich sind. — Außerdem enthalten die Excremente beim Verdauungsproceß zugetretene und nicht wieder aufgesaugte Stoffe, namentlich Gallenbestandtheile und Darmschleim.

Da demnach ein Hauptbestandtheil der Excremente, die unbrauchbaren oder nicht verbrauchten Speisenrückstande, nach Art und Menge ganz abhängig sein muß von der Art und Menge der genossenen Nahrung, und ferner von dem Verdauungsvermögen des Menschen oder Thieres, so kann der Begriff der Excremente schlechterdings kein bestimmter sein. — Diese Unbestimmtheit desselben aber wird noch dadurch vergrößert, daß die Excremente schon beim Durchgang durch die Gedärme in einem beständigen Umsetzungs- und Fäulnißproceß begriffen sind, bei welchem öfters verschiedene Gasarten (Kohlensäure, Kohlenwasserstoff, Schwefelwasserstoff, Wasserstoff, Stickgas ꝛc.) als Zersetzungsprodukte auftreten, und daß somit ihre Beschaffenheit auch bedingt ist von dem raschen oder langsamen Verlauf dieser Processe und von der Dauer des Aufenthaltes in den Gedärmen. — Ob bei der Verdauung gewisser Pflanzen- oder Thierbestandtheile bestimmten Zersetzungsprodukte in die Excre-

mente übergehen, ist nicht ermittelt, wie überhaupt die Natur der in den Excrementen enthaltenen Substanzen nur unvollkommen bekannt ist. —

Mit Berücksichtigung des Gesagten sind die im Folgenden mitgetheilten Analysen menschlicher und thierischer Excremente zu betrachten. Die Unsicherheit und der Wechsel in Art und Menge betrifft die unorganischen Bestandtheile ebenso wie die organischen.

1. Analyse der Excremente des Menschen, nach Genuß einer bedeutenden Menge hartgebackenen Brodes mit animalischer Nahrung (Berzelius).

Wasser		75,3
In Wasser löslich	Galle 0,9 Eiweiß 0,9 Eigener Extractivstoff 2,7 Salze 1,2	5,7
Extrahirter, unlöslicher Rückstand von den Speisen		7,0
Im Darmkanal hinzugekommene unlösliche Stoffe: Schleim, Zersetzungsprodukte der Galle, Fett, unbekannte thierische Substanzen		14,0
		100,0

Aschengehalt: 100 Thle. frische Excremente gaben 1,08 Asche (Berzelius), bei einer anderen Analyse fand Berzelius in 100 Thln. trockener Excremente 15 Thle. Asche. Die Ergebnisse der Analyse jener Asche sind unter I, die dieser unter II mitgetheilt; Enderlin fand in Menschenkothasche (III).

	I.	II.	III.
Chlornatrium	25,81	1,367	—
Schwefelsaures Natron	12,90		6,06
Schwefelsaures Kali	—	—	
Kohlensaures Natron	22,58	—	6,06
Phosphorsaures Natron	—	2,633	—
Schwefelsauren Kalk	—	4,530	—
Phosphorsaure Magnesia	12,90	80,372	75,76
Phosphorsauren Kalk	25,81		
Phosphorsaures Eisenoxyd	—	2,092	—
Kieselsäure	—	7,940	12,12
	100,00	98,932	100,00.

Als Hauptbestandtheile sind demnach phosphorsaure alkalische Erden, sodann Alkalisalze zu betrachten.

2. Excremente grasfressender Thiere (Girardin):

a. Allgemeine Zusammensetzung.

	Excremente der Kuh	Excremente des Pferdes	Excremente des Schafes
Wasser	79,724	78,36	68,71
Organische Stoffe, in Wasser lösliche	5,340	4,34	4,10
Organische Stoffe, in Alkohol lösliche	2,000	2,60	2,80
Holzfaser	8,706	12,16	16,26
Salze (phosphorsaure Kalk- und Bittererde, Chlornatrium, kohlensaurer Kalk, Kieselsäure und kieselsaures Kali	4,230	2,54	8,13
	100,000	100,00	100,00.

b. Gehalt an Stickstoff in Gewichtsprocenten (Boussingault und Payen).

Excremente der Ziegen	2,16
» » Schafe	1,10
» » Pferde (urinhaltige)	0,74
» » » (urinfreie)	0,55
» » Kühe (urinhaltige)	0,41
» » » (urinfreie)	0,32
» » Schweine (urinhaltige	0,63

c. Aschenbestandtheile:.

	Pferdekothasche. (Jackson.)	Kuhkothasche. (Haidlen.)
Kohlensaurer Kalk	18,75	—
Kalk	—	1,5
Kieselsäure	40,00	63,7
Phosphorsaurer Kalk	5,00	10,9
Phosphorsaure Magnesia	36,25	10,0
Phosphorsaures Eisenoxyd	—	8,5
Gyps	—	3,1
Chlorkalium und Kupfer	—	Spuren.
Verlust	—	2,3
	100,00	100,0,

demnach walten vor Kieselsäure und phosphorsaure alkalische Erden, nicht oder kaum vorhanden sind Salze der Alkalien.

Die Menge der Aschenbestandtheile beträgt etwa 3 Procent. — Genaue Angaben fehlen. —

III. Die Ausdünstung der Haut (Schweiß).

§. 331.

Schließt man den nackten Arm eines lebenden Menschen in einen weiten Glascylinder ein und bindet die Oeffnung mit Wachs-

tafft zu (wie dies Anselmino that), so beobachtet man bald, obgleich der Arm scheinbar trocken bleibt, daß sich die Wände des Cylinders mit kleinen Tröpfchen beschlagen. In 5 bis 6 Stunden läßt sich etwa ein Eßlöffel voll von der Flüssigkeit gewinnen. Aus diesem Versuche läßt sich ersehen, daß von der Oberhaut (aus eigenen Drüsen — Schweißdrüsen — wie die Anatomie lehrt) fortwährend eine Flüssigkeit abdunstet. Unter besonderen Umständen, bei angestrengter Bewegung, sehr starker äußerer Wärme, in Krankheiten ꝛc. aber sammelt sich diese Ausdünstung in kleinen oder größeren Tropfen auf der Haut an. Wir nennen diese Tropfen bekanntlich Schweiß.

Was die durchschnittliche Menge der so abgeschiedenen Flüssigkeit betrifft, so fand Seguin, daß ihr Gewicht häufig mehr betrug als das des Harns, selten weniger.

Seiner Natur nach ist der Schweiß eine wässerige Auflösung verschiedener organischer Substanzen und Salze; von letzteren sind namentlich folgende nachgewiesen: Chlornatrium, essigsaures Ammon, schwefelsaures und phosphorsaures Natron, Spuren von phosphorsaurem Kalk, Eisenoxyd und milchsaure Salze. — Die Natur der organischen Schweißbestandtheile ist nicht genau festgestellt. Dieselben scheinen mit den löslichen, nicht gerinnbaren Bestandtheilen des Fleisches mehr oder weniger übereinzukommen. — Die saure Reaction des Schweißes rührt von Essigsäure (Thénard), Milchsäure (Anselmino) her; sein Geruch von Buttersäure und ihr nahe stehenden flüchtigen fetten Säuren.

Die Respirations-Ausscheidungen werden wir in der dritten Unterabtheilung besprechen.

B. Ausscheidungen, welche auf den Fortpflanzungsproceß oder auf besondere Lebensfunctionen Bezug haben.

I. Die Milch.

1. Allgemeine Zusammensetzung.

§. 332.

a. Betrachtet man einen Tropfen Milch unter dem Mikroskop, so sieht man eine sehr große Menge kleiner runder Kügelchen in einer klaren Flüssigkeit schwimmen. Die Ausdehnung dieser Milchkügelchen ist aber so gering, daß sie durch ein Filter nicht von der Flüssigkeit getrennt werden können. — Läßt man aber die Milch

ruhig stehen (am besten bei 0^0 bis $+ 3^0$) so sammeln sich die Kügelchen fast alle oben an — Rahmbildung —, aber selbst nach einer Woche ist die Abscheidung noch nicht vollständig. — Trotzdem macht dieses Verhalten es möglich, die Natur des Milchwassers, wie die der Milchkügelchen genauer kennen zu lernen.

b. Betrachtet man zuerst das spec. Gew. der Milch, so findet man dasselbe kaum verschieden von dem des Wassers und stets in gewissen Grenzen schwankend, durchschnittlich etwa = 1,03. — Bestimmt man jetzt das der möglichst abgerahmten Milch, so findet man dasselbe schwerer, das des Rahms aber leichter als das der Milch. — Aus dem spec. Gew. der Milch läßt sich demnach so gut wie Nichts ersehen, weil sie durch die Milchkügelchen leichter, durch die in den Molken aufgelösten Bestandtheile aber schwerer wird. Es lassen sich somit verschiedene Milchsorten denken, welche bei gleichem spec. Gew. sehr ungleiche Zusammensetzung haben.

c. Wenden wir unsere Aufmerksamkeit jetzt zuerst dem Milchwasser zu (da sich jedoch dasselbe völlig rein nicht darstellen läßt, so müssen wir uns bei den Versuchen mit möglichst abgerahmter Milch begnügen).

Kocht man dasselbe, so scheidet sich auf der Oberfläche bald eine Haut ab, nimmt man dieselbe weg, so entsteht eine neue. Die Substanz, aus welcher diese Häute bestehen, heißt Käsestoff oder Caseïn. Setzt man der kochenden Lösung ein wenig Essigsäure zu, so bildet sich ein Coagulum, welches alles Caseïn enthält und zugleich alle noch vorhanden gewesenen Milchkügelchen einschließt.

Concentrirt man die von dem Coagulum getrennte Flüssigkeit, so erhält man beim Erkalten und Stehenlassen krystallinische Rinden eines süß schmeckenden Körpers, des Milchzuckers.

Läßt man die Mutterlauge, nachdem aller Milchzucker abgeschieden ist, zur Trockne verdampfen und erhitzt den Rückstand stärker, so giebt sich darin durch Verkohlung noch eine geringe Menge anderweitiger organischer Substanzen zu erkennen, die man, weil sie noch nicht weiter untersucht sind, vorläufig extractive Materien der Milch nennt; nach dem Verbrennen der Kohle bleibt ein weißer feuerbeständiger Rückstand: die unorganischen Salze der Milch.

Die saure Reaktion, welche das Milchwasser zeigt, rührt von freier Milchsäure her. Dieselbe ist jedoch nicht immer in der frischen Milch enthalten, sondern verdankt ihren Ursprung einer schon begonnenen Umsetzung, wie wir unten sehen werden.

Nach d'Arcet und Petit reagirt frische Kuhmilch dann sauer, wenn die Kühe im Stalle mit trockenem Heu gefüttert wurden, —

dann aber alkalisch, wenn sie auf Weide gehen oder grünes Futter gefressen haben.

d. Die Milchkügelchen bestehen aus einer Hülle und einem flüssigen Inhalte. Schüttelt oder stößt man eine mit Wasser angerührte Masse derselben — oder geradezu Rahm — heftig, so zerreißen die Hüllen, der Inhalt derselben tritt aus, der der einzelnen Kügelchen klebt an einander und stellt fette Klümpchen dar, die Butter. Die Hüllen aber bleiben zum Theil im Wasser suspendirt, zum Theil sind sie in der Butter eingeschlossen, lassen sich jedoch nach dem Schmelzen leicht von derselben abseihen. Sie bestehen aus Caseïn.

e. Die Zusammensetzung der Milch wäre demnach folgende:

Milchwasser	Milchkügelchen
Casein	Butter in Caseinhüllen
Milchzucker	
Extractive Materien	
Salze	
freie Milchsäure (zuweilen)	
Wasser.	

Außerdem enthält die Milch öfters kleine Mengen von Farb- und Riechstoffen der Pflanzen, welche die Kühe ꝛc. genossen haben. (Krapp macht die Milch röthlich, Polygonum aviculare und Fagopyrum, Mercurialis perennis und annua blau, gelbe Wiesenblumen gelb ꝛc.).

f. Was den Gehalt der Milch an festen Bestandtheilen betrifft, so ist derselbe wechselnd je nach der Zeit, welche seit der Geburt verstrichen ist, je nach dem Futter, der Tageszeit u. s. w. Der Gehalt an Butterkügelchen nimmt bis zu einer gewissen Grenze vom Zeitpunkt der Geburt an zu. — Ueber den Einfluß der Nahrungsmittel auf Menge und Beschaffenheit der Milch sind die Resultate verschiedener Forscher nicht genau mit einander übereinstimmend, so daß über diesen Punkt die Akten als noch nicht geschlossen zu betrachten sind. Im Allgemeinen kann man annehmen, daß die Milch 10—13 Proc. feste (bei 100° getrocknete) Bestandtheile enthält.

Folgende Analysen verschiedener Milchsorten geben über die relativen Verhältnisse der einzelnen Bestandtheile Aufschluß.

	Kuhmilch.		Ziegenmilch.	Eselsmilch.	Schafmilch.	Hundemilch.	
	Chevallier u. Henry.	Haidlen.	Payen.	Chevallier und Henry.		Simon.	
						I.	II.
Butter	3,13	3,0	4,03	0,11	4,20	16,20	13,30
Milchzucker . . .	4,77	4,6	5,86	6,08	5,00	kaum	Spuren.
Salze	,60	5,1		0,34	0,68	1,50	1,48
Caseïn.	4,48		4,52	1,82	4,50	17,40	14,60
Extractive Materien						2,90	3,00
Wasser	87,02	87,3	85,54	91,65	85,62	65,74	68,20
	100,00	100,0	100,00	100,00	100,00	0 3,74	100,58

g. Bevor nunmehr die in vieler Beziehung merkwürdigen Umsetzungen der Milch verstanden werden können, müssen wir die ihr eigenthümlichen Bestandtheile ihrer Natur und Zusammensetzung nach kennen lernen.

2. Einzelne Bestandtheile der Milch.

a. Caseïn.

§. 333.

Das Casein erhält man rein, wenn man zu abgerahmter Milch nur so viel Essigsäure setzt, als nöthig ist es zu fällen, den Niederschlag mit Wasser sehr häufig ausknetet und auswäscht und endlich mit Weingeist und Aether auskocht. Es stellt einen dem Eiweiß ähnlichen, in Wasser kaum, in Weingeist nicht löslichen Körper dar.

Von alkalischen Flüssigkeiten wird es mit Leichtigkeit gelöst, und schon eine geringe Menge Alkali reicht hin, eine große Menge Casein zu lösen. — Die Lösung verhält sich genau wie das Milchwasser, so daß man zu dem Schlusse geführt wird, auch in dem Milchwasser sei kein reines Casein, sondern eine Verbindung desselben mit Alkali enthalten — Setzt man zu einer Auflösung von Caseinalkali so viel irgend einer Säure, daß das Alkali genau gesättigt wird, scheidet sich das Casein unlöslich ab; setzt man mehr Säure zu, so ist der entstehende Niederschlag eine Verbindung von Casein mit der Säure. — Hat man zur Fällung Essigsäure, Kleesäure oder Weinsteinsäure genommen, so löst sich der Niederschlag in einem Ueberschuß der Säure wieder auf. — Fügt man zu einer Caseinalkalilösung eine Auflösung von schwefelsaurem Kalk, essigsaurem Bleioxyd, Alaun ꝛc., so scheidet sich das Casein als Coagulum ab, verbunden theils mit der Basis, theils mit der Säure

der zugesetzten Salze. Das Casein enthält *) 53,8 Kohlenstoff, 7,1 Wasserstoff, 15,6 Stickstoff, 22,6 Sauerstoff, 0,9 Schwefel in 100 Theilen. Es steht von den indifferenten stickstoffhaltigen Pflanzenstoffen dem Legumin am nächsten, kann aber nach den bisherigen Erfahrungen schlechterdings nicht als damit identisch betrachtet werden. — Es ist wahrscheinlich, aber noch nicht völlig erwiesen, daß die hier als Casein beschriebene Substanz ein Gemenge von zwei Stoffen, einem schwefelhaltigen (vorwaltenden) und einem schwefelfreien ist.

Anhang:

Ansichten über die wahre Natur des Caseïns, Albumins und der verwandten Pflanzen- und Thierstoffe, (Proteïn).

§. 334.

Erwärmt man Pflanzen- oder Thiereiweiß, Fibrin, Caseïn, Hornsubstanz, Pflanzenleim, Legumin oder Emulsin mit verdünnter Kalilauge (von 2 Proc. Gehalt), so lösen sie sich. Die Lösung entwickelt mit Säuren Schwefelwasserstoff und fällt Bleisalzlösung schwarz in Folge eines Gehaltes an Schwefelkalium. Setzt man nun das Erwärmen bei 60—90° C. längere Zeit bei Luftzutritt fort und sättigt alsdann das Kali mit einer Säure, so erhält man einen Niederschlag, der vollkommen gleich, oder nur durch eine bestimmte Abweichung im Sauerstoffgehalte verschieden ist, er mag aus Caseïn, Eiweiß, Horn, Legumin, Pflanzenleim oder Emulsin erhalten sein. Wir nennen diesen Körper vorläufig — mit Mulder, der ihn entdeckt hat — unreines Proteïn. Derselbe liefert, nach dem Auswaschen, in Kalilauge gelöst, bei Zusatz von Säure keinen Schwefelwasserstoff mehr. Schmilzt man ihn aber mit Salpeter und kohlensaurem Natron, so erhält man, wie Liebig zuerst gezeigt hat, geringe Mengen schwefelsauren Alkali's, die man durch Zusatz eines Barytsalzes zu der angesäuerten wässerigen Lösung der geschmolzenen Masse ohne Mühe entdecken kann. — Mulder hat auf diese Thatsachen und auf die Ergebnisse zahlreicher weiterer Versuche folgende Ansichten gegründet:

a. Im Eiweiß 2c. ist der Schwefel in einer anderen Verbindungsweise enthalten, als in dem unreinen Proteïn; denn bei Auflösung in Kalilauge liefert jenes Schwefelkalium, dieses nicht.

b. Bestimmt man im unreinen, aus den verschiedenen genannten Substanzen erhaltenen Proteïn den Schwefelgehalt und ferner den Gehalt an den anderen Elementen, und zieht man — von der nothwendigen Annahme ausgehend, daß der Schwefel darin als Sauerstoffverbindung, und von der sehr

---

*) Mulder, Scheikund. Onderz. IV. 2. p. 278.

wahrscheinlichen, daß er darin in der Form von unterschwefliger Säure enthalten sei — von der Gesammtzusammensetzung den Schwefel und die ihm zur Bildung unterschwefliger Säure nöthige Sauerstoffmenge ab, so kommt man bei den sämmtlichen oben genannten Substanzen auf zwei im Sauerstoffgehalte von einander abweichende Stoffe — reines Proteïn und Oxyproteïn. —

Das mit dem niedrigsten Sauerstoffgehalt — das Proteïn — hat die Formel $C_{36}H_{25}N_4O_{10}$.

Es wird erhalten (so weit bis jetzt bekannt) aus Eiweiß, aus Kuhhufen, überhaupt einem Theile der Körper, die aus der sogenannten Hornsubstanz bestehen, und zwar verbunden mit 2 Aeq. Wasser.

Das mit dem höheren Sauerstoffgehalte — das Oxyproteïn — hat die Formel $C_{36}H_{25}N_4O_{11} = C_{36}H_{25}N_4O_{10} + O$.

Es wird (so weit bis jetzt bekannt) erhalten aus Fibrin, Vitellin (s. u. Ei), Legumin, Kuhhorn und einem anderen Theile der aus Hornsubstanz bestehenden Körper, in Verbindung mit 2 Aeq. Wasser.

c. Vergleicht man nun die Zusammensetzung des Porteïns und Oxyproteïns mit der Zusammensetzung der Stoffe, aus welchen sie erhalten wurden, so ergiebt sich, daß diese Körper nur bei einer Annahme auf einander zurückführbar sind; diese Annahme besteht darin, daß der Schwefel und Phosphor, welchen wir in den genannten stickstoffhaltigen Pflanzen- und Thierstoffen finden, nicht als solche mit dem Proteïn und Oxyproteïn verbunden sind (wie Mulder früher glaubte), sondern verbunden mit Stickstoff und Wasserstoff im Verhältniß von 1 Aeq. zu 2 Aeq., d. h. mit Amid, demnach als Sulphamid (NH_2S) und Phosphamid (NH_2P).

d. Legt man diese Ansicht zu Grunde, und zieht man ihr gemäß die in den verschiedenen Substanzen enthaltenen Schwefel- und Phosphormengen sammt den ihnen (zur Bildung von Sulphamid und Phosphamid) entsprechenden Quantitäten von Stickstoff und Wasserstoff von der Gesammtzusammensetzung ab, so erhält man in allen Fällen, je nach der Substanz, Körper, welche entweder die Zusammensetzung des Porteïns oder die des Oxyproteïns haben. — Diese Thatsache ist um so schlagender, da die Zusammensetzung der Pflanzen- und Thierstoffe in Bezug auf Schwefelgehalt sehr abweichend ist.

e. Mulder betrachtet aus den genannten Gründen Eiweiß, Caseïn, Legumin, Fibrin ꝛc. als Verbindungen von Proteïn oder Oxyproteïn mit Sulphamid oder mit Sulphamid und Phosphamid, in verschiedenen Verhältnissen, und benennt sie mit dem gemeinschaftlichen Namen Proteïn-Substanzen. Die eben entwickelten Mulder'schen Ansichten werden nicht von allen Chemikern — namentlich nicht von Liebig — anerkannt. —

---

b. Milchzucker.

§. 335.

Der Milchzucker kommt nur und allein in der Milch der Säugethiere vor. Er wird, nach Abscheidung des Käsestoffs aus den süßen Molken (s. u.) der Kuhmilch durch Abdampfen und Krystalli-

sirenlassen im Großen dargestellt und kommt, durch Umkrystallisiren gereinigt, in Form weißer, harter, krystallinischer Rinden in den Handel. Er knirscht zwischen den Zähnen, sein Pulver fühlt sich sandig an, sein Geschmack ist schwach süß. Er löst sich in 6 Thln. kalten Wassers, leichter in siedendem; in Weingeist ist er unlöslich. Bei 100° verliert er Krystallwasser. Mit verdünnter Schwefelsäure erwärmt, geht er in Traubenzucker über. Unter Einfluß von Ferment oder Hefe geräth er in geistige Gährung. Wasserfrei besteht er aus $C_{12} H_{10} O_{10}$; krystallisirt aus $C_{12}H_{10}O_{10} + 2aq$.

Mit Salpetersäure gekocht, liefert er Schleimsäure, und verhält sich demnach in diesem Punkte wie Gummi. — Der Milchzucker findet arzneiliche Anwendung.

c. Salze der Milch.

§. 336.

Haidlen bestimmte dieselben in der Milch von zwei Kühen, er fand in 100 Theilen Milch:

	I.	II.
Phosphorsauren Kalk	0,231	0,344
Phosphorsaure Magnesia	0,042	0,064
Phosphorsaures Eisenoxyd	0,007	0,007
Chlorkalium	0,144	0,183
Chlornatrium	0,024	0,034
Natron (mit Casein verbunden gewesen) . .	0,042	0,045
	0,490	0,677.

d. Butter.

§. 337.

Die Bereitung der Butter wurde bereits oben erwähnt; das Zerreißen der Caseinhüllen der Butterkügelchen des Rahms wird entweder durch Stoßen im Butterfasse oder auf ähnliche Art ausgeführt. Hat sich die Butter gehörig abgeschieden, was nur bei geeigneter Temperatur (etwa 15° C.) gut erfolgt, so gießt man das Ganze auf ein Haarsieb. Auf demselben bleibt zurück die Butter, hindurch fließt die Buttermilch.

Diese enthält die Molken der Milch, welche im Rahm als solche enthalten war, mit mehr oder weniger unzerplatzten Milchkügelchen, suspendirter Butter und Caseinhüllen. Sie reagirt meist sauer von freier Milchsäure.

Die auf dem Siebe zurückgebliebene Butter wird durch Zusammendrücken vereinigt und so lange mit erneuerten Mengen frischen

Wassers geknetet, bis dieses hell abfließt. Durch Ausdrücken von Wasser möglichst befreit, kommt sie alsdann als frische Butter in den Handel. Sie enthält in diesem Zustande immer noch etwa 16 bis 20 Proc. Wasser.

Die Ausbeute an Butter, welche eine Milch giebt, ist verschieden je nach Alter, Fütterung, Lebensart ꝛc. der Kühe; auch ist die letztgemolkene stets reicher an Butter, als die zuerst kommende, weil schon im Euter eine gewisse Abscheidung des Rahms vor sich geht; daher die Wichtigkeit des Ausmelkens. Im Durchschnitt rechnet man, daß 18 Pfd. Milch 1 Pfd. Butter geben.

In chemischer Beziehung hat die Butter eine merkwürdige, von der anderer Fette abweichende Beschaffenheit.

Verseift man sie mit Kalilauge, setzt dann verdünnte Schwefelsäure in geringem Ueberschuß zu und destillirt die Masse, indem man von Zeit zu Zeit neue Wassermengen zugießt, so erhält man

als Rückstand:	als Destillat:
Fette nicht flüchtige Säuren und saures schwefelsaures Glycerin.	Eine saure, penetrant riechende, milchige Flüssigkeit, auf welcher Oeltropfen, zum Theil auch schmierige Fette schwimmen.

Die fetten Säuren des Rückstandes — die nicht flüchtigen Säuren der Butterseife — sind Oel- und Margarinsäure; die fetten Säuren im Destillat hingegen — die flüchtigen Säuren der Butterseife — sind Buttersäure, Capronsäure, Caprylsäure und Caprinsäure, also vier Säuren, welche wir in anderen Fetten nicht gefunden haben.

Die Buttersäure, welche ausgezeichnet ist durch ihren durchdringenden Geruch nach ranziger Butter, haben wir bereits oben §. 278 kennen gelernt, — die Capronsäure schmeckt beißend und riecht nach Schweiß, wird bei — 9° nicht fest, — die Caprin- und Caprylsäure sind bei gewöhnlicher Temperatur schmierig, bei + 10° krystallisiren sie in feinen Nadeln. — Ihre Auflösung in Wasser schmeckt scharf und sauer, sie riechen nach Schweiß und nebenbei nach Ziegenböcken.

Die Butter besteht demnach aus sechs einfachen Fetten, welche alle dadurch von einander unterscheidbar sind, daß sie beim Verseifen verschiedene fette Säuren liefern, nämlich aus Margarin, Olein, Butyrin, Capron, Caprin und Capryl (wenn letztere Namen erlaubt sind).

Ranzigwerden der Butter, und Mittel, demselben vorzubeugen.

Läßt man frische Butter längere Zeit in Berührung mit der Luft stehen, so wird sie, wie bekannt, ranzig, d. h. sie nimmt einen unangenehmen Geruch nach Buttersäure ꝛc. und einen kratzenden Geschmack an. — Wie bei den Pflanzenölen der eingemengte Schleim die Ursache, der Erreger des Ranzigwerdens ist, so ist es bei der Butter das eingemengte Casein. Es absorbirt Sauerstoff, der Proceß überträgt sich auf die Fette der Butter, sie werden zersetzt, es entsteht Oelsüß (welches bald weitere Umwandlung erleidet) und fette Säuren; daher die saure und übelriechende Beschaffenheit ranziger Butter. — Je mehr Casein oder Buttermilch nun in einer frischen Butter enthalten ist, um so schneller wird sie begreiflicherweise ranzig, — desgleichen verdirbt aus sauer gewordenem Rahm dargestellte Butter leichter, als aus süßem Rahm gewonnene.

Um dem Verderben der Butter vorzubeugen, bedient man sich verschiedener Mittel, deren Angabe und Wirkungsweise hier nicht übergangen werden darf.

1. Salzen der Butter. Völlig ausgewaschene Butter wird mit Salz innig zusammengeknetet. Auf 1 Pfund Butter nimmt man 2—3 Loth Salz. In England verwendet man statt des Kochsalzes ein Gemenge von 1 Thl. Zucker, 1 Thl. Salpeter und 4 Thln. Kochsalz und nimmt von demselben 2 Loth auf 1 Pfund Butter. —

Die Wirkung des Kochsalzes beruht theils auf seiner Wasser anziehenden, theils auf seiner Fäulniß hemmenden Kraft.

2. Auslassen der Butter. Die Butter wird so lange erhitzt, bis die anfangs trübe Flüssigkeit vollkommen klar geworden ist. Die Operation hat die Entfernung des Wassers und Caseins zum Zweck. Ersteres verdampft, letzteres scheidet sich als Schaum ab. — Da in der ausgelassenen Butter der Gährungserreger fehlt, so hält sie sich nun gerade so unverändert, wie jedes ganz reine Fett oder Oel.

3. Niedere Temperatur. Im Winter hält sich bekanntlich die Butter so lange man will, weil der Proceß der Umsetzung nur bei einer gewissen höheren Temperatur erfolgt. —

Ranzig gewordene Butter verliert durch oft wiederholtes Auskochen mit stets erneuerten Wassermengen ihre ranzige Beschaffenheit ziemlich vollständig, weil durch das Wasser die flüchtigen fetten Säuren gelöst und entfernt werden.

Eigenschaften guter Butter.

Eine gute Butter muß einen milden, angenehmen Geschmack und einen schwachen, angenehmen Geruch haben. Der letztere gehört dem Butyrin, Caprin ꝛc. an, wird jedoch in gewisser Weise auch von den Pflanzen bedingt, welche den Kühen zur Nahrung gedient haben. — Die Farbe der Butter muß weiß oder gelblich sein. Letztere nimmt sie an, wenn die Kühe auf Wiesen weiden und mit dem Gras und den Kräutern die gelben Blüthenblätter vieler Wiesenblumen genießen. Wenn man gelbe Butter anderer vorzieht, so geschieht es nur deswegen, weil man überhaupt die Butter von Kühen, die auf Weide gehen, derjenigen vorzieht, welche im Stalle stehende Kühe liefern. —

Eine gute Butter muß, mit Wasser geknetet, dies nicht milchig machen, sie soll ferner nicht zuviel Wasser enthalten. Chevreul fand in ganz guter Butter 16 Proc. Wasser, giebt man noch 4 Procent zu, so kann man sagen, daß die Butter höchstens $\frac{1}{5}$ Wasser enthalten dürfe. Die Menge des Wassers ergiebt sich beim Auslassen.

Verfälschung der Butter ꝛc.

Die Butter kann jedoch nicht allein in Folge ihrer Bereitung von schlechter Beschaffenheit sein; auch hier, wie fast bei allen Lebensmitteln, hat schnöde Gewinnsucht Mittel erdacht, den Nutzen beim Verkauf betrügerischerweise zu vergrößern.

1 Der Butter werden feste pulverförmige Körper eingeknetet, als: zerriebene Kartoffeln, Mehl, Kreide, Gyps, Schwerspath, Käse, Salz ꝛc. oder:

2. derselben wird ein übermäßiges Wasserquantum einverleibt und seine Vereinigung mit der Butter durch Zusatz von Borax oder Alaun vermittelt.

Solche Betrügereien sind leicht zu entdecken. Die festen Körper bleiben nämlich zurück, wenn man die Butter schmilzt und filtrirt, — die Wassermenge ergiebt sich beim Auslassen, — zugesetzte Salze findet man, wenn man die Butter wiederholt mit Wasser auskocht und dieses dann zur Trockne verdampft.

Wird Butter in Metallgefäßen (Kupfer, Blei, Zink) oder auch in schlecht glasirten irdenen Töpfen aufbewahrt, so wird sie durch die Oxyde der betreffenden Metalle verunreinigt. Dieses Factum mußte hier erwähnt werden, weil man in neuerer Zeit in Vorschlag gebracht hat, die Milch in Zinkgefäßen zum Abrahmen hinzustellen.

Man hat behauptet, hierdurch mehr Rahm zu bekommen, indem die Milch in den Zinkgefäßen später gerinne. Auf diese Art erhaltener Rahm enthält immer etwas Zinkoxyd; das Verfahren ist somit jedenfalls verwerflich.

Zur Nachweisung des Zinks oder anderer Metalle kocht man die Butter mit ganz verdünnter Salzsäure aus, filtrirt nach dem Erkalten und prüft die Lösung erst mit Schwefelwasserstoff, dann die mit Ammon übersättigte mit Schwefelammonium s. Abth. V.

3. Verhalten der Milch beim Stehen ꝛc.

§. 338.

Läßt man Milch bei gewöhnlicher Temperatur stehen, so gerinnt sie, wie bekannt, und wird sauer. Dies erfolgt sowohl bei abgerahmter als nicht abgerahmter Milch. Die sich bildende Säure ist Milchsäure, das abgeschiedene Coagulum heißt Käse, die Flüssigkeit, in welcher der Käse herumschwimmt, Molken. Der Käse besteht aus ausgeschiedenem Casein, welches jedoch auch alle Butterkügelchen einschließt, die in der Milch suspendirt waren.

Ganz derselbe Effekt wird hervorgebracht, wenn man der Milch etwas Säure oder Alaun zusetzt oder sie mit der Schleimhaut des Magens junger Kälber (Lab) in Berührung läßt, nur erhält man alsdann keine sauren, sondern süße Molken; solche kann man jedoch auch bei der freiwilligen Gerinnung erhalten, sofern man nur den Proceß der Säuerung rechtzeitig unterbricht.

Die freiwillige Gerinnung der Milch beruht auf dem Uebergang des Milchzuckers in Milchsäure. Derselbe wird eingeleitet durch einen langsam stattfindenden Verwesungsproceß des Caseins und schreitet fort, so lange noch unzersetztes Casein und Milchzucker vorhanden ist. Da nun das erstere sich verhältnißmäßig viel langsamer zersetzt, als der Milchzucker, so kann man mit dem in einer gewissen Portion Milch enthaltenen Casein nicht allein allen vorhandenen Milchzucker, sondern auch noch bedeutende Mengen von weiter zugesetztem in Milchsäure verwandeln.

Der Uebergang des Milchzuckers in Milchsäurehydrat erfolgt ohne Zutritt oder Austritt irgend eines Bestandtheiles, denn

$$\left.\begin{array}{l}\text{1 Aeq. krystallisirter Milchzucker}\\ C_{12}\,H_{10}\,O_{10} + 2\text{aq.}\end{array}\right\} = \left\{\begin{array}{l}\text{2 Aeq. Milchsäurehydrat}\\ 2\,(C_6\,H_5\,O_3 + HO)\end{array}\right.$$

Das Gerinnen der Milch aber wird durch die gebildete Milchsäure veranlaßt, indem dieselbe das Alkali sättigt, welches das Casein gelöst erhält. — Von der Menge der gebildeten Milchsäure nun hängt

es ab, ob die Milch kalt noch unverändert erscheint und erst beim Erwärmen oder Kochen gerinnt, oder ob sie schon in der Kälte gerinnt; — und ferner, ob die Molken sauer sind oder nicht. —

Die Wirkung des Labs oder Labwassers beruht lediglich darauf, daß diese Substanzen die Bildung der Milchsäure schnell einleiten, und in der Art sicher, daß es leichter als beim freiwilligen Gerinnen gelingt, den Zeitpunkt zu treffen, in dem das Alkali, welches das Casein gelöst erhielt, gerade gesättigt ist.

In einem verschlossenen Gefäße aufbewahrt, erleidet die Milch bei gewöhnlicher, schneller bei etwas erhöhter Temperatur (20—25° C.) geistige Gährung. Der aus der gegohrnen Masse abdestillirte Weingeist riecht stark nach Buttersäure und Ammon.

Erhitzt man die Milch zum Kochen, so wird die absorbirte Luft ausgetrieben, die Umsetzung des Caseins gehemmt und demselben so die Möglichkeit benommen, eine Zersetzung des Milchzuckers zu veranlassen. In Berührung mit der Luft erhält es jedoch diese Eigenschaft bald wieder. Auf diesem Verhalten beruht es, daß Milch sich lange aufbewahren läßt, wenn man sie jeden Tag einmal aufkocht. — Hierbei wirkt in gewissem Sinne auch die sich beim Kochen auf der Milch bildende Caseinhaut mit, indem sie den Zutritt der Luft beschränkt.

Eine einfache Methode, die Milch zu analysiren, werden wir in der Abtheilung V. besprechen und dort zugleich Gelegenheit nehmen, die Mittel anzugeben, welche geeignet sind, etwaige Verfälschungen der Milch nachzuweisen.

II. Das Ei.

§. 339.

Bei den Eiern der Hühner, überhaupt der Vögel, sind zunächst dreierlei Bestandtheile in Betracht zu ziehen: 1) die Schale, 2) das Weiße des Ei's, 3) der Eidotter.

1) Die Schale. Dieselbe ist bekanntlich bei den Eiern der Hühner weiß, bei denen anderer Vögel oft marmorirt. Die Natur der färbenden Materie ist nicht genau untersucht.

In der rauhen Oberfläche der Eierschalen befinden sich zahlreiche kleine Poren, welche der Luft, überhaupt Gasen, den Durchgang gestatten.

Die Schale des Hühnerei's scheint in ihrer Zusammensetzung ziemlich wechselnd zu sein, wenigstens muß dies aus den vorliegenden analytischen Resultaten geschlossen werden. Dieselbe besteht aus:

	Vauquelin.	Prout.
Kohlensaurem Kalk	89,6	97
Phosphorsaurer Kalk- und Bittererde . . .	5,7	1
Schwefelhaltiger animalischer Materie . . .	4,7	2
	100,0	100.

Zunächst unter der Schale liegt ein feines doppeltes Häutchen, welches am stumpfen Ende auseinandergeht und daselbst einen Luftraum zwischen sich läßt. Die in diesem enthaltene Luft ist von der atmosphärischen nicht verschieden.

2) Das Weiße des Eies ist eine concentrirte Lösung von Albumin und Salzen in alkalischem Wasser, eingeschlossen in die Zellen eines feinen, leicht zerreiblichen Häutchens. Die der Schale zunächst liegenden Zellen enthalten eine dünnere Lösung, als die, welche den Dotter umgeben. Das ganze Weiße enthält 12 — 14 Proc. feste Substanz und somit 86 — 88 Proc. Wasser. Bei starker Kälte oder beim Schlagen des Eiweißes mit Wasser trennen sich die Häutchen von der Lösung. —

Dampft man letztere bei sehr gelinder Wärme ein, so erhält man einen gelblich weißen, durchscheinenden, in kaltem Wasser wieder löslichen Rückstand. Verbrannt liefert derselbe 6 — 7 Procent Asche, welche aus Kochsalz, kohlensaurem, phosphorsaurem und schwefelsaurem Natron und phosphorsaurem Kalk besteht.

Erhitzt man das rohe Eiereiweiß auf 63 — 73° C., so gerinnt es zu einer weichen, elastischen Masse (Absieden der Eier. — §. 223.) — Auf dem Gerinnen des Eiweißes in der Hitze beruht seine Anwendung zum Klären trüber Flüssigkeiten (Syrupe ꝛc.). Erhitzt man nämlich die durch Schlagen mit Eiweiß gemischte zu klärende Flüssigkeit zum Kochen, so gerinnt das in der ganzen Masse gelöste Eiweiß, schließt die trübenden Theilchen ein und läßt sich mit denselben durch Abschäumen oder Durchseihen leicht von der nun klaren Flüssigkeit trennen.

Kocht man Eier mit Wasser, so verlieren sie 2 bis 3 Proc. an Gewicht, nämlich Natron, Natron-, Kalk- und Bittererdesalze, welche sich im Wasser wiederfinden.

3) Das Eigelb befindet sich in einer eigenen Haut eingeschlossen, welche durch zwei knotige Bänder an dem Häutchen befestigt ist, in dessen Zellen das Eiweiß sich befindet. An einer andern Stelle des Eigelbes befindet sich der erste Keim zum jungen Vögelchen, das sogenannte punctum saliens, ein beim Hühnerei linsengroßer, runder Punkt, umgeben von hellen concentrischen Ringen.

Das Eigelb erscheint unter dem Mikroskope als eine klare Flüs-

sigkeit, in welcher kleine gelbe Kügelchen schwimmen. Letztere bestehen aus einer Hülle und einem darin befindlichen gelben Oel.

Der ganze Dotter enthält, nach Prout, 54 Thle. Wasser, 29 Thle. Oel und 17 Thl. Albumin. Gobley fand 51 — 52 Proc. Wasser und 16,56 eiweißartige Substanz. Er nennt letztere, mit Jones, Dumas und Cahours, Vitellin, giebt an, daß sie aus 52,26 Proc. Kohlenstoff, 7,25 Wasserstoff, 15,06 Stickstoff, 1,17 Schwefel, 1,02 Phosphor und 23,24 Sauerstoff bestehe und im rohen Zustande 4,82 Proc. Asche enthalte, und betrachtet sie als einen vom Albumin verschiedenen Stoff. Diese Behauptung bedarf jedoch noch genaueren Beweises. Die eiweißartige Substanz ist in dem Wasser durch Alkali gelöst. Woraus die Hüllen der Fettkügelchen bestehen, ist nicht untersucht. — Das Oel kann, durch Auspressen, aus dem durch Erwärmen vom Wasser befreiten Eigelb gewonnen werden und stellt eine dickflüssige, leicht erstarrende, hochgelbe Flüssigkeit dar; es ist officinell.

Was die relativen Verhältnisse der verschiedenen nächsten Bestandtheile der Hühnereier betrifft, so fand Prout im Mittel 10,69 Proc. Schale mit Eihaut, — 60,42 Proc. Eiweiß und 28,89 Proc. Dotter. —

Schließlich füge ich noch eine Uebersicht aller näheren Bestandtheile bei, wie sie sich im Mittel aus Gobley's Untersuchung ergiebt; sie läßt die complicirte Zusammensetzung des Eigelbs überhaupt und des Eieröls insbesondere deutlich erkennen:

Wasser	51,486
Albumin (Vitellin)	15,760
Margarin und Olein	21,304
Cholsterin	0,438
Oel- und Magarinsäure	7,226
Phosphorsaures Glyceryloxyd	1,200
Chlorammonium	0,034
Chlorkalium, Chlornatrium und schwefelsaures Kali	0,277
Phosphorsaurer Kalk und Magnesia	1,022
Extractive Materien (denen des Fleisches ähnliche) und Milchsäure	0,400
Ammon, Farbstoffe und besondere (nicht genauer untersuchte) stickstoffhaltige Substanz	0,853
	100,000.

Verderben und Aufbewahrung der Eier.

Zerstößt man ein Ei oder schüttelt man es sehr stark, so wird es bald faul, so fern die Luft darauf einwirken kann; denn die Le-

benskraft, welche das unversehrte Ei gegen den Einfluß des Sauerstoffs und die dadurch eingeleitete Fäulniß schützt, bewahrt das todte Ei nicht mehr. — Hebt man unversehrte Eier auf gleiche Weise auf, so finden sich später darunter immer einige faule; nichts steht der Annahme im Wege, daß bei diesen der Schutz der Lebenskraft aufgehört habe. — Bei längerem Aufbewahren schwindet diese Kraft in allen und alle faulen daher. Will man es verhüten, so muß man sorgen, daß auch das todte Ei nicht faulen kann. Dies gelingt, wenn man die Luft abhält; — so halten sich mit Wachs überzogene Eier, so kann man Eier durch Eintauchen in Kalkmilch oder durch Einlegen in Kalkwasser aufbewahren. In letzteren Fällen hindert der entstehende kohlensaure Kalk, welcher die Poren der Eierschalen verstopft, den Zutritt der Luft. Beim Eintauchen in Kalkmilch entsteht der kohlensaure Kalk vorzugsweise durch Einwirkung der Kohlensäure der Luft, — beim Einlegen in Kalkwasser hingegen bildet er sich aus dem Kalke des Kalkwassers und der aus den Poren des Eies langsam ausdünstenden Kohlensäure.

III. Honig und Wachs.

Die beiden Substanzen, welche im kleinen Haushalte der Bienen aus dem Nektar der Blüthen producirt werden, mögen hier eine Stelle finden.

1. Honig.

§. 340.

Um den Honig von den Wachszellen zu trennen, in denen er enthalten ist, zerstößt man die Waben und bringt sie in einen mit einem Seiheboden versehenen Topf oder in eine Zuckerhutform, in deren Oeffnung man etwas Werg gesteckt hat. Die Vorrichtung sammt dem zur Aufnahme des Honigs bestimmten Gefäße stellt man in die Nähe des Ofens. Der meiste Honig fließt alsdann aus, den Rest gewinnt man durch Auswaschen des Rückstandes mit etwas warmem Wasser oder durch Ausdrücken in erwärmten Pressen. — Der freiwillig abfließende Honig ist der beste.

Der Honig stellt eine halbflüssige, gelbe, sehr süß schmeckende, klebrige Substanz von eigenthümlichem, angenehmem Geruche dar. Der letzte ist jedoch etwas wechselnd und hängt mit von den Blüthen ab, aus deren Nektar der Honig bereitet wurde.

Chemisch betrachtet ist der Honig der Hauptsache nach ein concentrirter Zuckersyrup; er enthält außerdem etwas Wachs, einen

gelben Farbestoff, eine gummiartige Substanz und Salze, zuweilen etwas Mannit. Läßt man ihn bei niederer Temperatur stehen, so erstarrt ein Theil, der Rest bleibt flüssig und läßt sich von jenem durch Pressen trennen; auch durch Weingeist gelingt die Scheidung, da der feste Theil darin viel schwerer löslich ist, als der flüssige. Der erstarrende Theil ist Traubenzucker; vom nicht erstarrenden gilt das, was oben §. 196 bemerkt ist, d. h. einige Chemiker betrachten ihn als eine besondere Zuckerart, andere sind der Ansicht, daß es Traubenzucker sei, durch die Gegenwart von Salzen ꝛc. in seinem Verhalten etwas verändert.

Löst man den Honig in Wasser auf und erhitzt ihn zum Kochen, so scheidet sich das Wachs ꝛc. ab und kann durch Abschäumen entfernt werden. Durch Einkochen der so geklärten Lösung zu geeigneter Consistenz wird in den Apotheken der abgeschäumte Honig dargestellt. Derselbe erstarrt nicht beim Abkühlen und enthält also nur sogenannten Schleimzucker. Dieses Verhalten erfordert, wie bereits oben erwähnt, eine genauere Untersuchung.

2. Wachs.

§. 341.

Aus den vom Honig befreiten Waben erhält man das Wachs durch Auskochen mit Wasser und nachheriges Auspressen. Das auf der Oberfläche der abgepreßten Flüssigkeit sich ansammelnde Wachs wird hernach durch Zusammenschmelzen vereinigt. Es ist gelb von Farbe und riecht nach Honig. Farbe und Geruch hat es von diesem, denn die Zellen, in welchen noch kein Honig war, geben weißes, geruchloses Wachs.

Von den fremden Einmischungen befreit man das Wachs durch Umschmelzen in Wasser, Ausgießen in bänderartige Streifen und Bleichen an der Sonne. Der Farbstoff wird dabei oxydirt, das Wachs wird blendend weiß. Es besteht im reinen Zustande aus 80,8 Kohlenstoff, — 13,2 Wasserstoff und 6,0 Sauerstoff; sein Schmelzpunkt liegt bei 62 — 63° C.

Durch Kochen mit Weingeist läßt sich das Wachs in zwei nähere Bestandtheile zerlegen. Der in Weingeist schwer lösliche heißt Cerin, der leicht lösliche Myricin. Die Mischungsverhältnisse beider sind verschieden. Durchschnittlich jedoch enthält das Wachs 90 Proc. Cerin und 10 Proc. Myricin. Dieses ist nicht verseifbar, jenes hingegen läßt sich verseifen. Es liefert dabei Verbindungen von Magarinsäure und Oleinsäure mit Alkali, aber kein Oelsüß, wie

die eigentlichen Fette, sondern an dessen Stelle einen eigenthümlichen wachsartigen Körper, dem man den Namen Ceraïn gegeben hat.

IV. Seide.

§. 342.

Kocht man die Fäden, in welche die Seidenraupen sich einspinnen — die Seide — mit Wasser, so lösen sich, nach Mulder, etwa 19 Proc. — Die Lösung enthält Leim. — Befreit man den Rückstand durch Aether und Weingeist von einer kleinen Menge Fett und Farbstoff, so kann man alsdann durch Essigsäure die noch vorhandene Hauptmasse in zwei Stoffe zerlegen. — Der lösliche ist Albumin, der unlösliche, welcher etwa die Hälfte des Gewichts der Seide ausmacht, hat den Namen Fibroïn erhalten. Es ist ein eigenthümlicher dem Fibrin nahe stehender, doch aber bestimmt davon verschiedener Körper. —

Mit der Seide kommen in Hinsicht ihrer Zusammensetzung die sogenannten Herbstfäden (und wohl auch die anderen Spinnenfäden) fast vollkommen überein. Mulder fand sie aus 18,04 Leim, 64,00 Albumin, 15 25 Fibroïn und 2,71 Fett bestehend.

Dritte Unterabtheilung.

Von dem Athmungs- und Ernährungs-Processe.

§. 343.

Der Physiologie muß es überlassen bleiben, den Proceß des Athmens, die Verdauung und den Ernährungsproceß im Einzelnen und mit besonderer Berücksichtigung der betreffenden Organe zu erforschen, der Chemie aber steht es zu, diese Processe in Bezug auf Anfang und Ende zu betrachten, soweit sie stoffliche Umwandlungen betreffen.

Wir werden bei dieser Betrachtung zuerst die Thatsachen anführen, welche als gewiß dastehen, und die Schlüsse, welche sich daraus unmittelbar ergeben, sodann die theoretische Ansicht folgen lassen, welche man darauf gegründet hat, und endlich über die Nahrungsmittel und ihren relativen Werth Einiges beifügen.

I. Thatsachen und daraus unmittelbar folgende Schlüsse.

§. 344.

1) Der Körper der Thiere besteht:
   a. aus stickstoffhaltigen organischen Bestandtheilen (Fibrin, Albumin ꝛc.);
   b. aus stickstofffreien organischen Bestandtheilen (Fett);
   c. aus unorganischen Salzen ꝛc. (Chlornatrium, Chlorkalium, phosphorsaurem Kalk ꝛc.);
   d. aus Wasser.

2) Der Mensch und jedes Thier hat eine ihm eigenthümliche Wärme (thierische Wärme), welche zur Erhaltung des Lebensprocesses nothwendig ist. Diese Wärme wechselt nicht mit der äußeren Temperatur, sie muß demnach eine innere Quelle haben.

3) Die Körperbestandtheile und die thierische Wärme müssen herrühren von der Nahrung, von der eingeathmeten Luft oder von dem Zusammenwirken beider. Eine andere Möglichkeit ist vernünftiger Weise nicht denkbar.

4) Die Luft, welche Menschen und Thiere ausathmen, ist nicht mit der eingeathmeten gleich zusammengesetzt, auch ihrem Volumen nach nicht völlig unverändert, sondern sie enthält Kohlensäure, auch etwas kohlensaures Ammon (Thompson). An der Stelle von 1 Vol. verschwundenen Sauerstoffs werden 0,9157 Vol. Kohlensäure ausgeathmet; der Rest des Sauerstoffs muß demnach in eine bei gewöhnlicher Temperatur flüssige oder feste Verbindung eingetreten sein.

5) Ueber die Quantität des in einem bestimmten Zeitraume in Form von Kohlensäure ausgeathmeten Kohlenstoffes liegen viele, genaue und untereinander gut übereinstimmende Resultate von Andral und Gavarett, Valentin und Brunner, Scharling und Anderen vor. — Die Menge wechselt nach Alter, Geschlecht und Zustand. Scharling fand im Mittel von etwa 60 Versuchen:

Geschlecht.	Alter.	Gewicht in Pfunden.	Ausgeathmeter Kohlenstoff in 24 Stunden.	Kohlenstoff in Grm. in 1 Stunde.
Mann . . .	35	131	216,3	9,01
» . . .	16	115	220,7	9,22
» . . .	28	164	336,3	9,84
» . . .	9	44	131,2	5,46
Frau . . .	19	111	163,5	6,78
» . . .	10	46	79,1	3,30

6) Die Menge der Wärme, welche sich bei der im Körper erfolgenden Oxydation des Kohlenstoffes im Verlaufe von 24 Stunden entwickelt, beträgt, wenn man das im §. 291 angegebene Verhältniß zu Grunde legt, soviel, daß dadurch folgende Gewichte Wasser von 0^0 auf 100^0 gebracht werden können:

Mann von 35 Jahren 16,9 Kilogramme,
Mädchen von 19 Jahren 12,8 » »

Rechnet man dazu die Wärme, welche, wie kaum zu bezweifeln, durch Verbrennung von Wasserstoff zu Wasser entsteht, wozu etwa $^1/_{10}$ des verschwundenen Sauerstoffes verwendet wird, so erhält man im Ganzen Wärmemengen, welche von 0^0 auf 100^0 erhitzen:

Mann von 35 Jahren 16,90 + 1,89 = 18,79 Kilogr.
Mädchen von 19 Jahren 12,80 + 1,42 = 14,22 »

7) In der Lunge verwandelt sich das an Kohlenstoff reichere, an Sauerstoff ärmere, Kohlensäure enthaltende venöse Blut in arterielles, welches ärmer an Kohlenstoff und reicher an Sauerstoff ist.

8) Alle Organe des Thierkörpers sind in einem Zustande fortwährender Umsetzung und Erneuerung begriffen.

9) Werden dem Menschen oder Thiere in der Speise nicht alle Elemente zugeführt, welche zur Bildung der Organe nothwendig sind, oder wird das Einathmen sauerstoffhaltiger Luft gehindert, so hört das Leben auf.

10) Dem Körper genügt jedoch die Zufuhr aller Elemente allein nicht, er verlangt auch einen gewissen Zustand derselben; so verhungert ein Mensch, wenn man ihm nur stickstofffreie Nahrungsmittel, Wasser und die erforderlichen Salze giebt, gerade als ob er keine Speise genösse, obgleich er fortwährend Stickstoff in der Luft einathmet. Das Stickgas ist demnach im Körper unverwendbar.

11) Manchen Thieren genügt es, wenn sie außer Wasser und Salzen bloß oder hauptsächlich stickstoffhaltige Nahrung genießen (Fleischfresser), andere brauchen sowohl stickstoffhaltige als stickstofffreie Nahrung (Pflanzenfresser).

12) Die Menschen und Thiere sind zu verschiedenen Verrichtungen nur dann vollkommen befähigt, wenn sie Nahrungsmittel von gewisser Zusammensetzung in gehöriger Menge genießen.

II. Ansicht vom Athmungs- und Ernährungsprocesse.

§. 345.

1) Im Körper gehen vornehmlich folgende, stoffliche Umänderung veranlassende, Processe gleichzeitig vor sich:

a. der Proceß der Wärmeerzeugung;
b. der Proceß der Abscheidung des Verbrauchten;
c. der Proceß der Neubildung.

Alle diese Processe werden vermittelt durch das den ganzen Körper durchströmende Blut.

2) Das Blut empfängt seine Bestandtheile von den genossenen Nahrungsmitteln. Die Verdauung derselben beginnt in dem Momente, in welchem sie im Munde mit Speichel vermischt gekauet werden, setzt sich fort im Magen und in den Gedärmen, und ist beendigt, wenn die gelösten oder flüssigen Stoffe des Speisebreies in's Blut übergehen. Unlösliche feste Körper sind zu diesem Uebergange nicht fähig. — Die stickstoffhaltigen Bestandtheile der Nahrung liefern das Albumin, Fibrin ꝛc. — Die stickstofffreien gehen theils wenig oder nicht verändert in's Blut über (Fett), theils verwandelt — aller Wahrscheinlichkeit nach in Milchsäure und milchsaure Salze (Liebig) —, von den unorganischen Salzen der Nahrung werden die nothwendigen in's Blut aufgenommen, die anderen abgeschieden. —

3) Das arterielle Blut enthält eine gewisse Menge verwendbaren Sauerstoffes. Derselbe verbindet sich, seinem Vereinigungsstreben folgend, theils mit dem Kohlenstoffe der aus dem Speisebrei in's Blut gelangten Milchsäure, theils mit dem Kohlenstoffe und Wasserstoffe des im Blute enthaltenen Fettes und liefert so Kohlensäure und Wasser; zum andern Theile aber dient er zur Oxydation der Substanz der Organe, sowie der bei ihrem Lebensprocesse ausgeschiedenen Stoffe. Diese, wie auch die erstgenannte oxydirende Wirkung, geht, wenn auch nicht ausschließlich, doch vorzugsweise in den die Organe durchdringenden feinen Verzweigungen der Arterien vor sich. — Durch die Oxydation der Organe und ihrer Zersetzungsprodukte entsteht einerseits Harnstoff, Harnsäure, Hippursäure und Verwandtes, andererseits ebenfalls Kohlensäure und Wasser. Als Nebenprodukt der Oxydation oder auch als freiwilliges Zersetzungsprodukt der Organe ist ferner die geringe Menge kohlensauren Ammons zu betrachten, welche wir beim Athmungsprocesse austreten sehen.

4) Durch die Abgabe seines verwendbaren Sauerstoffes und die Aufnahme von Kohlensäure geht das arterielle Blut in venöses über, welches, vereinigt mit Lymphe und Chylus, zum Herzen zurückströmt. In die Lunge getrieben giebt es die entstandene Kohlensäure sammt der Spur des aufgenommenen kohlensauren Ammons ab — dieselben werden ausgeathmet — und empfängt dafür Sauerstoff. Dadurch geht es wieder in arterielles Blut über, welches den

Kreislauf von Neuem beginnt. — Den Harnstoff, die Harnsäure und die anderweitigen Zersetzungsprodukte der Organe aber giebt theils das venöse Blut in der Leber, theils das arterielle in den Nieren ab, und wird hierdurch zur Aufnahme neuer Mengen gleicher Zersetzungsprodukte befähigt.

5) Die Verbrennung des Kohlenstoffes der Milchsäure, ferner des Kohlenstoffs und Wasserstoffes der Fette im Blut, sodann die oxydirende Wirkung des Sauerstoffes auf die Organe oder ihre Umsetzungsprodukte kann nicht erfolgen ohne Wärmeentwicklung; dies die hauptsächlichste, vielleicht die alleinige Quelle der thierischen Wärme.

6) Bietet das arterielle Blut dem Sauerstoffe keine oder nicht genug stickstofffreie Substanzen zur Oxydation, so oxydirt er mehr stickstoffhaltige, um seinem Vereinigungsstreben zu genügen, und secundär zur Herstellung der nothwendigen thierischen Wärme, und zwar zweifelsohne theils solche des Blutes, theils solche der lebenden Organe. — Findet sich aber im Körper noch Fett abgelagert, so wird vor Allem dies aufgesaugt und dem Sauerstoffe zur Oxydation dargeboten. Bei Pflanzenfressern scheint jedoch die Oxydation stickstoffhaltiger Blut- und Körperbestandtheile nicht so energisch erfolgen zu können, daß dadurch die nothwendige Wärme erzeugt werden könnte; daher für sie stickstofffreie Nahrungsmittel neben stickstoffhaltigen unerläßliches Bedürfniß sind.

7) Neben den beschriebenen Processen, welche Entfernung des Verbrauchten, steten Umsatz des Stoffes der Organe und Wärmeerzeugung bezwecken, geht der dritte her, der umgekehrt stete Neubildung der Organe (Ersatz oder -Vergrößerung) und Säfte veranlaßt. Das arterielle Blut liefert hierzu die nöthigen Stoffe. Seine stickstoffhaltigen Bestandtheile werden zu Muskelsubstanz, Zellgewebe ꝛc., sein Fett liefert Gehirn- und Nervenmark, setzt sich im Zellgewebe oder an anderen Stellen ab, seine unorganischen Salze dienen zur Knochenbildung ꝛc.

8) Diese Stofflieferung kann jedoch von Seiten des arteriellen Blutes nur dann erfolgen, wenn das venöse durch den Chylus ꝛc. (oder, allgemein gesagt, durch den Verdauungsproceß) das nothwendige Bildungsmaterial empfängt, und zwar in solcher Menge, daß im arteriellen Blute, nach Abzug des durch seinen verwendbaren Sauerstoff zur Oxydation (Wärmeerzeugung) beanspruchten Quantums, noch ein Ueberschuß bleibt, wie er nach Art und Menge zur Neubildung der Organe und Säfte nöthig ist. Dieser Ueberschuß kann aber nicht da sein, wenn dem Körper die nöthige Nahrung nicht zugeführt wird; der Ersatz des Verbrauchten kann nur unvollständig

erfolgen, der Mensch oder das Thier magern ab und verhungern endlich.

9) Bei gesteigerter Bewegung findet stärkerer Verbrauch der Organe Statt; gleichzeitig aber wird der Athmungsproceß beschleunigt, somit das venöse Blut rascher in arterielles verwandelt und die Möglichkeit zur Wegschaffung des Verbrauchten wie zum Ersatze rascher gegeben. Da nun aber mit dem beschleunigten Athmen auch ein gesteigerter Oxydationsproceß nothwendig verbunden sein muß, so ist ersichtlich, daß zur Lieferung des zur Neubildung nothwendigen Ueberschusses unter diesen Umständen mehr Speise zugeführt werden muß, als bei mangelnder Bewegung.

10) Wird dem Körper stickstofffreie Nahrung in so großer Menge zugeführt, daß dieselbe beim Oxydationsprocesse nicht verbraucht werden kann, so wird Fett im Zellgewebe abgelagert, gewissermaßen als Vorrath für spätere Mangelperioden. — Da dieser abzulagernde Ueberschuß bei gleicher Nahrung um so größer sein wird, je geringer der Verbrauch, und da letzterer abhängt von der Schnelligkeit des Athmens und dem Gewichte der eingeathmeten Luft, so folgt, daß die Fettbildung durch Ruhe und durch Einathmen wärmerer Luft begünstigt wird; weil letztere, bei gleichem Volumen, dem Gewichte nach weniger Sauerstoff enthält, als kältere und somit dichtere Luft, welche beim Durchgange durch Nase und Luftröhre zwar erwärmt wird, aber immer doch noch kälter in die Lunge gelangt, als solche, welche an und für sich wärmer war. Bewegung und Einathmen kalter Luft muß umgekehrt die Wärmeerzeugung steigern, der Fettbildung aber entgegenwirken.

11) Was den Ursprung des abgelagerten Fettes betrifft, so dürfte folgende Ansicht die wahrscheinlichste sein. Ist im Blute von stickstoffhaltigen Bestandtheilen nur Fett, dieses aber in überschüssiger Menge, so wird ein Theil desselben verbrannt, der Rest abgelagert. Sind im Blute neben Fett Milchsäure und michsaure Salze (entstanden aus Zucker, Stärkemehl und anderen nicht fetten, stickstofffreien Nahrungsstoffen), so wird zuerst die Milchsäure verbrannt; bietet sie dem Sauerstoffe genugsame Menge Oxydationsstoff, so wird das vorhandene Fett, soweit es als überschüssig betrachtet werden kann, abgelagert. — Bietet endlich die Nahrung dem Blute soviel Milchsäure, daß selbst sie nicht vollständig verbrannt wird, so geht der Ueberschuß in Fett über und lagert sich so oder vereinigt mit etwa im Blute bereits vorhandenem Fettüberschuß ab.

12. Hat eine Speise von allem Sonstigen genug, von einem zur Neubildung nöthigen Stoffe aber zu wenig, z. B. von Kochsalz,

welches zur Chylus-, Lymph- und Blutbildung erforderlich ist, so wird dieselbe nicht vollständig zur Chylus- und Blutbildung verwendet, sondern nur theilweise, und zwar so, daß alles vorhandene Kochsalz und ein ihm zur Chylusbildung entsprechender Theil der anderen Substanzen aufgenommen, der Rest aber, obgleich bei Gegenwart von weiterem Kochsalze noch brauchbar, als unter den obwaltenden Umständen untauglich abgeschieden wird. Hierdurch erklärt es sich, wie die Meinung mancher Landwirthe aufgefaßt werden muß, daß durch Zusatz von Kochsalz zum Futter dessen Nahrungswerth gesteigert werde (vergl. übrigens unten: Reizmittel §. 347).

III. Nahrungsmittel und ihr relativer Werth.

§. 346.

1) Betrachtet man den Stoff der Speisen, auf welche die Natur die verschiedenen Thierklassen angewiesen hat, so findet man, daß derselbe sehr verschiedenartig ist; wir schließen, daß er verschiedenartig sein müsse. Zu diesem Schlusse werden wir am sichersten geführt, wenn wir dasjenige Nahrungsmittel in's Auge fassen, von welchem wir gewiß wissen, daß es zur vollständigen Ernährung vollkommen genügend ist, die Milch, welche von der Natur selbst zubereitet wird.

Dieselbe enthält, gleichgültig von welchem Thiere sie stammt:

a. stickstoffhaltige organische Substanzen (Caseïn und sogenannte Extractivstoffe). Wir nehmen an, daß sie zur Neubildung (Ersatz oder Vergrößerung) der Organe dienen;
b. stickstofffreie organische Substanzen (Butter und Milchzucker). Wir schließen, daß sie zur Erhaltung der thierischen Wärme und zur Fettbildung verwendet werden;
c. Salze ꝛc. (Chlornatrium, Chlorkalium, Natron, phosphorsauren Kalk, phosphorsaure Bittererde, phosphorsaures Eisenoxyd ꝛc.), sie dienen zur Knochenbildung ꝛc.;
d. Wasser, welches zur Vermittelung aller Lebensprocesse erforderlich ist.

2) Vergleichen wir aber das Verhältniß, in welchem die stickstoffhaltigen Bestandtheile zu den stickstofffreien durchschnittlich stehen (s. oben §. 332), so finden wir, daß dasselbe in der Milch verschiedener Thiergattungen sehr verschieden ist. — In der Kuhmilch, Ziegenmilch, Schafmilch sind auf 4,5 Thle. stickstoffhaltiger Substanz etwa 8 Thle. stickstofffreier enthalten; Verhältniß 1 : 1,8. In der Hundemilch dagegen im Mittel auf 19 Thle. stickstoffhaltiger Substanz 14,7 Thle. stickstofffreier; Verhältniß 1 : 0,79. Wir haben demnach Grund zu

schließen, daß das, was so ist, auch so sein müsse. — Wie nun in der Milch, welche für junge Thiere, demnach auf Zunahme der Organe, berechnet ist, ein bestimmtes bei verschiedenen Thierklassen verschiedenes Verhältniß zwischen stickstofffreien und stickstoffhaltigen Nahrungsstoffen besteht, so muß jedenfalls auch ein bestimmtes anderes Verhältniß zwischen beiden Nahrungsstoffen in der Speise der erwachsenen Thiere, welche nur den Verbrauch zu ersetzen hat, stattfinden. Dieser Schluß findet darin eine Bestätigung, daß stets ein unnatürlicher Zustand eintritt, wenn man dieses natürliche Verhältniß bedeutend überschreitet; so werden friedliche Thiere wild, wenn man stickstoffhaltige Bestandtheile in der Nahrung vorwalten läßt; so werden sonst rüstige Thiere feist und unbeholfen, wenn man ihnen ein Uebermaß stickstofffreier Substanzen zuführt ꝛc.

3. Nach diesen Vorausschickungen kann man sich nicht wundern, daß der sogenannte Nahrungswerth einer Speise oder eines Futters, den man sonst mit Hülfe der Chemie auf eine überraschend einfache Weise glaubte feststellen zu können, nämlich: indem man weiter nichts bestimmte, als welcher Theil einer Speise oder eines Futters in Wasser und Aetzkali auflöslich sei, mit der Erfahrung so oft im grellsten Widerspruche stand. Die Bestimmung des Nahrungswerthes einer Speise läßt sich so auf der Oberfläche nicht finden, sie erfordert in der That ein sehr tiefes Eindringen in die Natur der Speise und in den Lebensproceß. — Ueber folgende Punkte muß man erst klar geworden sein, ehe man sie vernünftiger Weise auch nur versuchen kann.

a) Welche Stoffe können als dem Casein der Milch analog, d. i. als stickstoffhaltige Nahrungsstoffe betrachtet werden, und welche als dem Milchzucker und der Butter analog, d. i. als stickstofffreie Nahrungsstoffe?

b) Welches Verhältniß zwischen stickstoffhaltigen und stickstofffreien Nahrungsstoffen herrscht in den zusammengesetzten Nahrungsmitteln; in welcher Menge sind darin unorganische Salze zugegen, und von welcher Art sind sie?

c) Welches Verhältniß zwischen stickstofffreien und stickstoffhaltigen Nahrungsstoffen ist dem Menschen und den verschiedenen Thieren das Zusagendste zum normalen oder auch zum absichtlich erstrebten abnormen Lebensproceß, und wie verhält es sich in dieser Beziehung mit den Salzen?

d) In welcher Menge müssen dem Menschen und den Thieren die normal oder absichtlich abnorm zusammengesetzten Nahrungsmittel und Getränke gereicht werden, um sie ohne Aufreibung

und mit möglichst geringer Verschwendung zu den Verrichtungen zu befähigen, die man beabsichtigt?

4. Versuchen wir nun, welche von diesen vier Fragen wir bis jetzt zu beantworten vermögen, so werden wir erkennen, was zu thun übrig bleibt, um zu dem so wichtigen und erreichbaren Ziel zu gelangen.

§. 347.

Die Frage a.

läßt sich mit ziemlicher Gewißheit beantworten; man kann behaupten:

I. daß alle Proteïnsubstanzen (Albumin, Fibrin, Legumin, Pflanzenleim ꝛc.) die Rolle des Caseïns zu spielen vermögen, und daß auch den leim- und chondringebenden Substanzen diese Fähigkeit zukomme;

II. daß Stärkemehl, Inulin, Gummi, Pektin, die Zuckerarten, die Fette ꝛc., und wahrscheinlich auch Zellulose, so lange sie noch, wie in den jungen Pflänzchen, nicht mit Holzsubstanz erfüllt und in aufgequollenem Zustande ist, stickstofffreie Nahrungsstoffe sind. Dahin sind endlich auch die organischen Säuren und ihre Salze, ferner Weingeist, Essigsäure ꝛc. zu rechnen.

Verschiedene andere Pflanzenbestandtheile, als ätherische Oele, Bitterstoffe ꝛc., welche öfters unter dem Namen Reizmittel zusammengefaßt werden, scheinen im Körper hauptsächlich auf vermehrte Abscheidung der die Verdauung einleitenden und bewerkstelligenden Flüssigkeiten (Speichel, Magensaft, Bauchspeichel, Galle ꝛc.) hinzuwirken, und somit die Energie des Verdauungsprocesses zu erhöhen. Eine ähnliche Wirkung scheint auch das Kochsalz und andere unorganische Substanzen auszuüben.

§. 348.

Die Frage b.

läßt sich bei allen zusammengesetzten Nahrungsmitteln beantworten, welche, wenigstens in Bezug auf Hauptgruppen, genau untersucht sind. Bei denen, welche Zellulose enthalten, ist, weil dieselbe je nach ihrem Zustande mehr oder weniger verdaut wird, eine absolute Sicherheit nicht zu erreichen. Dies schadet jedoch der Sache wenig. Eine ähnliche Unsicherheit herrscht in Bezug auf die Salze. — Im Folgenden theile ich eine Tabelle mit, welche größtentheils aus den im zweiten Abschnitte der organischen Chemie, sowie in der Thierchemie mitgetheilten analytischen Resultaten berechnet, kleinerentheils einer

Arbeit von Schloßberger und Kemp, über die Nahrungsfähigkeit animalischer Nahrungsstoffe, entnommen ist. — Die Tabelle giebt das Verhältniß zwischen stickstofffreien und stickstoffhaltigen organischen Nahrungsstoffen und Salzen an, und beginnt mit den stickstoffreichsten Substanzen. — Die Menge der stickstoffhaltigen organischen Bestandtheile ist in allen Fällen gleich 1 gesetzt, und die der stickstofffreien Nahrungsstoffe und Salze darnach berechnet. — Die in den Spalten IV., V., VI. und VII. stehenden Zahlen bezeichnen die Mengen der verschiedenen Substanzen, in welchen gleiche Quantitäten stickstoffhaltiger organischer Nahrungsstoffe enthalten sind. Sie drücken demnach aus, in welchem Verhältniß sich, in Bezug auf Gehalt an stickstoffhaltigen Substanzen, die einzelnen Nahrungsmittel in den verschiedenen Zuständen der Trockenheit ersetzen, und können somit in diesem Sinne Nahrungsäquivalente genannt werden.

	Verhältniß der stickstoffhaltigen Nahrungsstoffe zu den stickstofffreien und zu den Salzen:			Folgende Substanzmengen enthalten je 1 Thl. stickstoffhaltige Nahrungsstoffe und ersetzen sich somit in Bezug auf diese in den angegebenen Zahlen.			
	Stickstoffhaltige I.	Stickstofffreie II.	Salze III.	Gesammte Nahrungsstoffe in IV.	Wasserfreie Substanz V.	Lufttrockene Substanz VI.	Frische Substanz VII.
Vegetabilische Nahrungsmittel:							
Schminkbohnen . .	1	1,81	0,15	2,96	3,45	4,00	
Linsen	1	1,87	0,09	2,96	3,45	4,00	
Feldbohnen	1	2,08	0,15	3,23	3,66	4,29	
Erbsen	1	2,14	0,11	3,25	3,66	4,28	
Weizenkörner	1	2,42	0,11	3,53	4,21	4,85	
Mandeln	1	2,62	0,03	3,65		4,17	
Haferkörner	1	4,08	0,24	5,32	6,41	7,35	
Gerstenkörner . . .	1	4,25	0,27	5,52	6,53	7,57	
Roggenkörner . . .	1	4,42	0,13	5,55	6,29	7,24	
Rothe Rüben . . .	1	5,08	0,42	6,50	6,45		35,3
Buchweizensamen . .	1	6,05	0,26	7,31	10,00	11,65	
Rother Klee	1	6,08	0,60	7,68	7,68	9,72	32,0
Kohlrüben	1	6,39	0,44	7,83	10,81		65,1
Weiße Rüben . . .	1	6,39	0,55	7,94	7,91		65,1

	Verhältniß der stickstoffhaltigen Nahrungsstoffe zu den stickstofffreien und zu den Salzen:			Folgende Substanzmengen enthalten je 1 Thl. stickstoffhaltige Nahrungsstoffe und ersetzen sich somit in Bezug auf diese in den angegebenen Zahlen:			
	Stickstoffhaltige I.	Stickstofffreie II.	Salze III.	Gesammte Nahrungsstoffe in IV.	Wasserfreie Substanz V.	Lufttrockene Substanz VI.	Frische Substanz VII.
Maiskörner	1	6,55	0,10	7,65	8,13	9,34	
Runkelrüben . . .	1	7,26	0,44	8,70	8,65		48,8
Topinambur . . .	1	7,60	0,60	9,20	10,00		42,0
Möhren	1	7,84	0,55	9,39	9,39		67,6
Wiesengras . . .	1	8,30	0,73	10,03	10,73	12,47	32,8
Kartoffeln	1	9,00	0,40	10,40			41,2
Haferstroh	1	12,5	2,04	15,54	40,00	55,55	
Weizenstroh	1	14,2	2,48	17,68	40,00	54,05	
Reis	1	14,8	0,10	15,90	16,61	18,41	
Roggenstroh . . .	1	24,4	1,93	27,33	53,48	65,79	
Gerstenstroh . . .	1	29,3	3,08	33,38	52,35	58,82	
Kirschen	1	41,0	0,18	42,18			173,4
Birnen	1	121,6	0,40	123,00			1250
Animalische Nahrungsmittel:							
Ochsenfleisch, gekocht	1	0,016	0,04	1,056	1,056		
Bouillontafeln . .	1	0,044	0,26	1,304	1,304		
Kalbfleisch, gekocht	1	0,051	0,04	1,091	1,091		
Hühnereiweiß . . .	1	0,104	0,08	1,184	1,184		9,11
Hammelfleisch, gek.	1	0,125	0,05	1,175	1,175		
Taubenfleisch, gekocht	1	0,146	0,05	1,196	1,196		
Schellfisch, gesotten	1	0,174	0,05	1,224	1,224		
Schinken, gekocht .	1	0,199	0,04	1,239	1,239		
Ochsenleber	1	0,414	0,06	1,474	1,474		
Salm, gesotten . .	1	0,571	0,06	1,631	1,631		
Schinken, roh . .	1	0,778	0,07	1,848	1,848		
Holländischer Käse	1	1,087	0,14	2,227	2,227		
Kuhmilch	1	1,777	0,13	2,907	2,907		22,22
Hühnereigelb . . .	1	2,18	0,08	3,260	3,260		7,09

Die hier aufgestellte Tabelle kann aus den früher mitgetheilten Resultaten leicht vervollständigt werden. Die gemachten Angaben schienen mir aber hinreichend zur Feststellung des Folgenden.

§. 349.

Die Frage c.

Was die obige Frage c), d. h. das Verhältniß betrifft, welches zwischen den stickstoffhaltigen und stickstofffreien Nahrungsstoffen in der Nahrung der Menschen und Thiere bestehen muß, so ist vor Allem die Wichtigkeit dieses Gegenstandes mit Thomson, der zuerst die Blicke darauf gelenkt hat, gebührend anzuerkennen.

Dieses Verhältniß ist bei verschiedenen Thierklassen offenbar verschieden; es muß außerdem offenbar auch bei derselben Thierart verschieden sein, je nach der Lebensweise und dem Kraftverbrauch. Ein Thier, welches stark arbeitet, wird ein anderes Verhältniß bedürfen, als ein ruhig im Stalle stehendes; wieder anders wird das Verhältniß sein müssen, wenn man das Fettwerden eines Thieres erstrebt. Die Feststellung dieser für die besonderen Lebensverhältnisse passendsten Verhältnisse halte ich für eine der wichtigsten Aufgaben der Diätetik und Viehzucht; denn es ist begreiflich, daß sie ohne Nachtheil nach keiner Seite hin überschritten werden können.

Nehmen wir an, ein Thier erfordere unter gewissen Umständen das Verhältniß 1 stickstoffhaltige auf 5 stickstofffreie Nahrungsmittel. Wir geben ihm aber Nahrung, in welcher das Verhältniß 1 : 10 herrscht, so wird es beim Ernährungsprocesse auf je 1 Thl. stickstoffhaltige eben doch nur 5 Thle. stickstofffreie Bestandtheile verwenden, die andere Hälfte der stickstoffhaltigen Nahrungsmittel wird vergeudet. Aber es ist der hierdurch veranlaßte pecuniäre Verlust nicht allein, der Berücksichtigung verdient, denn offenbar wird das Thier durch die Entleerung der einen unverwendbaren Hälfte beschwert, es ist hierzu Kraft nöthig, die sonst gespart werden würde. — Geben wir ihm aber in der Nahrung im Verhältniß zu viel stickstoffhaltigen Nahrungsstoff, so wird es im günstigen Falle jene, die theureren, statt der billigeren stickstofffreien verwenden; im ungünstigen Falle aber wird es, gezwungen etwas seiner Natur nicht Zusagendes zu thun, erkranken.

Denken wir uns nun aber diese Verhältnisse für verschiedene Umstände ermittelt, so wird sich die Wahl der Nahrungsmittel auf die vernünftigste Weise regeln lassen. (Wir sprechen hier vorerst nur von der absoluten Ernährungskraft, und sehen dabei von der

leichteren oder schwereren Verdaulichkeit gleich nahrhafter Stoffe und dem Verhältniß der beigemischten unverwendbaren Substanzen ab.)

Beachten wir z. B., daß Kühe auf der Weide nur Gras fressen und daß sie sich dabei ganz wohl befinden, und machen wir sodann einen Versuch, wie sich das gleiche Verhältniß zwischen stickstofffreier und stickstoffhaltiger Nahrung mit anderem Futter herstellen läßt.

Das Verhältniß im Gras oder Heu ist (siehe die Tabelle) = 1 : 8,3. Geben wir demnach Möhren, in welchem auf 1 Th. stickstoffhaltiger 7,84 Th. stickstofffreier Nahrungsstoffe enthalten sind, so wird das Verhältniß nicht sehr wesentlich gestört; geben wir aber Kartoffeln (1 : 9) so stören wir das Verhältniß schon etwas mehr. Es ist also zweckmäßig, mit ihnen eine Substanz zu füttern, welche reicher an Stickstoff ist; so liefert z. B. eine Mischung von ein Nahrungsäquivalent rothem Klee und drei Nahrungsäquivalenten Kartoffeln genau das richtige Verhältniß, denn:

$$\begin{array}{rcl} 1 \times 1 : 6 & = & 1 : 6 \\ 3 \times 1 : 9{,}00 & = & 3 : 27 \\ \hline \text{d. i.} & & 4 : 33 \text{ oder } 1 : 8{,}25. \end{array}$$

Um diese Mischung herzustellen, müssen demnach immer 9,7 Pfund lufttrockenes Kleeheu mit 123,6 Pfund Kartoffeln verfüttert werden. — Wollte man dasselbe Verhältniß in weißen Rüben und Haferstroh geben, so müßte man auf zwei Nahrungsäquivalente jener ein Nahrungsäquivalent von diesem nehmen; denn diese Mischung liefert das Verhältniß 1:8,4; d. h. man müßte mit je 130 Pfund frischen weißen Rüben 55,55 Pfund lufttrockenes Haferstroh verfüttern.

Ein Pferd, welches stark arbeitet, erfordere z. B das Verhältniß 1 : 4. So wird man ihm Hafer geben können, denn dieser entspricht diesem Verhältniß. — Will man ihm aber dasselbe Verhältniß in Feldbohnen und Wiesenheu geben, so muß man auf je zwei Nahrungsäquivalente jener ein Nahrungsäquivalent Heu nehmen; denn eine solche Mischung hat das Verhältniß 1 : 4,1. — Man muß also je 8,58 Pfund lufttrockener Feldbohnen mit 12,47 Pfund lufttrockenem Heu verfüttern.

Ein Mensch erfordere bei einer gewissen Lebensweise das Verhältniß 1 : 3. Er will Ochsenfleisch und Kartoffeln essen, so muß er mit je zwei Nahrungsäquivalenten Ochsenfleisch, ein Nahrungsäquivalent Kartoffeln genießen, denn diese Mischung liefert das Verhältniß 1 : 3,01; er muß also auf je 2 Pfund gekochtes Ochsen-

fleisch (wasserfrei gerechnet) 41 Pfund Kartoffeln (im frischen Zustande berechnet) verwenden. —

Will er das Verhältniß 1 : 4 herstellen und Möhren und rohen Schinken essen, so wird das Verhältniß durch eine Mischung von fünf Nahrungsäquivalenten der ersteren und sechs Nahrungsäquivalenten des letzteren, welche 1 : 3,99 entspricht, hergestellt; es müssen also auf je 338 Thle. frische Möhren 11 Thle. roher Schinken (wasserfrei berechnet) genossen werden.

§. 350.

Die Frage d.

Was endlich die Frage d) anlangt, d. h. die Menge der im richtigen Verhältniß stehenden Nahrungsmittel, welche unter verschiedenen Umständen gereicht werden muß, so kann hier allein die Erfahrung entscheiden. Bei der Berechnung, wie sich die nöthige Menge in verschiedenen richtigen Nahrungsmischungen reichen läßt, kommen uns alsdann die in dem Abschnitt II. der organischen Chemie mitgetheilten Angaben, sowie zunächst die Spalten IV., V., VI. und VII. der vorstehenden Tabelle zu Statten.

Eine Kuh brauche z. B. in 24 Stunden 10 Kilogramme lufttrockenes Wiesenheu. Wieviel Kilogramme der oben angegebenen Mischung von lufttrockenem Kleeheu und Kartoffeln werden zum Ersatz derselben nöthig sein?

In 10 Kilogrammen lufttrockenem Wiesenheu sind enthalten Gesammtnahrungsstoffe 8,04 Kilogramme, denn:

$$12{,}47 : 10{,}03 = 10 : x$$
$$x = 8{,}04.$$

Jene Mischung wird erhalten aus 9,7 Kilogrammen lufttrockenem Kleeheu, welche enthalten Gesammtnahrungsstoffe 7,68 Kilogramme, und 123,6 Kilogrammen Kartoffeln, welche enthalten Gesammtnahrungsstoffe 31,20. In 133,3 Kilogrammen der Mischung sind demnach 38,88 Kilogramme Gesammtnahrungsstoffe enthalten.

38,88 Kilogramme Gesammtnahrungsstoffe entsprechen also 133,3 Kilogrammen der Mischung, — 8,04 entsprechen wie viel? $x = 27{,}5$.

27,5 Kilogramme der fraglichen Mischung bieten also Ersatz für 10 Kilogramme Wiesenheu, nach Verhältniß und Menge der stickstoffhaltigen und stickstofffreien Nahrungsstoffe. — Auf ganz gleiche Weise ist in der Praxis die Art und Menge der Salze zu berücksichtigen.

Schlüsse aus dem Bisherigen.

§. 351.

Wird man nun diese vier Fragen genauer, als es bis jetzt möglich, und mit ganz richtigen Durchschnittszahlen beantworten können, so ist man dem Ziele — vollkommen rationeller Ernährung — schon sehr viel näher gekommen, und es bedarf nur noch der geeigneten Berücksichtigung des Einflusses, den die unverwendbaren Theile der Nahrung auf den Körper haben (ihre Wegschaffung erfordert Kraftverbrauch), — und ferner der leichteren oder schwereren, schnelleren oder langsameren Verdaulichkeit der einzelnen Nahrungsmittel, um es ganz zu erreichen. —

Aber auch jetzt schon können wir aus dem Mitgetheilten sichere und wichtige Schlüsse ziehen, namentlich folgende:

1) Es ist eine Unmöglichkeit, durch eine auch noch so große Masse von stickstofffreier Nahrung einen Menschen oder ein Thier zu ernähren.

2) Alles, was in den älteren landwirthschaftlichen Lehrbüchern (auch in vielen neueren) über den relativen Nahrungswerth der Futterarten gesagt wurde, kann, sofern es nicht aus der Erfahrung abgeleitet, sondern aus theoretischen Ansichten erschlossen wurde, unmöglich richtig sein, weil diese Ansichten dem wahren Thatbestande nicht entsprechen.

3) Die Ermittelung des wahren relativen Werthes der Nahrungsmittel und des Verhältnisses, in welchem sie sich gegenseitig ersetzen, läßt sich ohne große Mühe erreichen, sofern Chemiker und Landwirthe zusammenwirken zur genauen Beantwortung obiger Fragen.

4) Eine völlig rationelle Ernährungsweise, d. h. eine solche, die mit der größten Ersparung an Nahrung und Kraft den besten Erfolg liefert, wird alsdann möglich sein.

5) Verschwendung an Nahrungsstoffen und Kraft findet oft da am meisten Statt, wo man es am wenigsten glaubt, nämlich beim Genusse aller der Speisen (oder alles desjenigen Futters), bei welchen das richtige Verhältniß zwischen stickstofffreien und stickstoffhaltigen Nahrungsstoffen nicht stattfindet, z. B. beim bloßen Genuß von Obst oder Kartoffeln.

6) Unter welchen Verhältnissen Brodsurrogate anwendbar sind und welchen Werth die einzelnen haben, kann man nach dem Bisherigen für jedes gewünschte Verhältniß mit Sicherheit entscheiden. —

Rohe und gekochte Nahrungsmittel.

§. 352.

Viele Nahrungsmittel können vom Menschen nicht roh genossen werden, andere könnten zwar vielleicht so genossen werden, sagen uns aber besser zu im gekochten Zustande.

Das Kochen, Braten, Backen ꝛc. hat demnach eine zweifache Wirkung; erstlich versetzt es unverdauliche oder schwer verdauliche Speisen in einen verdaulichen oder leichter verdaulichen Zustand — so wird dadurch Stärke in aufgequollene Stärke, in Dextrin oder Zucker, leim- und chondringebende Substanz in Leim und Chondrin, Fibrin in verändertes Fibrin verwandelt ꝛc.; — zweitens veranlaßt es häufig einen uns angenehmen Geschmack.

Kann nun aber durch das Kochen der Speisen auch der wirkliche Nahrungswerth einer Substanz erhöht werden? unmöglich! und doch kann es bei der Viehfütterung von großem Nutzen sein, das Futter zu kochen. Dieser Nutzen rührt daher, daß Kartoffeln, Rüben ꝛc. im gekochten Zustande schneller und leichter verdauet werden als im rohen, und daß somit weniger leicht ein Theil unverdauet (unbenutzt) abgeht. Ein klein wenig trägt auch der warme Zustand der gekochten Speisen bei; sie entziehen dadurch dem Körper keine Wärme, und die stickstofffreien Substanzen, welche die an kaltes Futter abzugebende Wärme hätten liefern müssen, können so zur Fettbildung benutzt werden. — Ob aber warmes oder kaltes Futter in der Praxis vorzuziehen ist, läßt sich aus diesem Allem nicht erschließen. Es ist eine nur durch Erfahrung zu beantwortende Frage; denn der Erfolg ist ganz abhängig von der Natur und dem Bedürfnisse des Thieres.

Fünfter Abschnitt.

Der Ernährungsproceß und die Cultur der Pflanzen (Agricultur-Chemie).

Allgemeine Grundlage.

§. 353.

1) Die Pflanzen bestehen, wie wir im §. 164 erfahren haben:

a. aus organischen Substanzen. Diese können enthalten: Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff, Stickstoff, Schwefel und Phosphor;

b. aus unorganischen Substanzen, und zwar:

α) aus Basen, Säuren und Salzen. Diese können sein: Kali, Natron, Kalk, Magnesia, Thonerde, Eisenoxyde, Manganoxyde, Kieselsäure, Phosphorsäure, Schwefelsäure, Chlor- (Brom-, Jod-, Fluor-) Metalle ꝛc.;

β) aus Wasser.

2) Die Pflanzen entstehen aus Samen, wurzeln im Boden, ragen in die Luft, werden befeuchtet von Regen und Thau.

3) Ein Element kann sich nicht in ein anderes verwandeln, auch nicht unter dem Einflusse der Lebenskraft.

4) Eine Pflanze kann demnach nur dann entstehen und sich ausbilden, wenn ihr die zu ihrer Bildung nothwendigen Stoffe im Samen, im Boden, in der Luft oder im Wasser in geeigneter Menge dargeboten werden.

5) Von diesen Bezugsquellen haben wir Luft und Wasser in der zweiten Abtheilung, die Samen in der dritten Abtheilung kennen gelernt, es bleibt demnach zunächst unsere Aufgabe, den Boden zu betrachten.

A. Der Boden.

I. Allgemeine Natur des Acker- und Waldbodens.

§. 354.

1) Wenn man von den verschiedensten Theilen der Erdoberfläche

Proben von Erde nimmt und sie genau betrachtet, so findet man, daß sie in der Regel besteht:

a. aus größeren oder kleineren Steinen oder Steinkörnern (Sand);

b. aus einer pulvrigen oder bröckligen, beim Aufweichen in Wasser einen feinen Schlamm bildenden Masse.

Erde, auf welcher nicht lange zuvor Pflanzen gewachsen sind, enthält außerdem:

c. Pflanzenüberreste mit einigermaßen erkennbarer Struktur.

2) Untersucht man die Steinchen oder Steinkörner genauer, so findet man, daß sie den verschiedenartigsten Charakter haben. Man erkennt einfache und zusammengesetzte Mineralien der mannigfachsten Art: Quarz, Feldspath, Glimmer, Kalksteine, Thonschiefer ꝛc.

3) Weicht man Ackererde mit Wasser auf, vertheilt sie darin und schlämmt den Brei auf ein feines Sieb ab, so erhält man mit dem durchlaufenden Wasser die pulvrig oder bröcklig gewesenen Bestandtheile der Ackererde, — die Steinchen, der Sand und etwaige Pflanzenüberreste bleiben auf dem Boden des Abschlämmgefäßes oder auf dem Siebe. — Läßt man den durchgelaufenen dünnen Brei sich setzen und filtrirt das Flüssige von dem Festen ab, so erhält man:

a. eine Wasserlösung,

b. eine unlösliche Masse.

4) Dampft man die genannte Wasserlösung ab, so bekommt man einen meist bräunlich gefärbten, mehr oder minder beträchtlichen, in der Regel aber nicht sehr bedeutenden Rückstand. In demselben lassen sich gewöhnlich Kali, Natron, Kalk, Magnesia, Thonerde, Eisenoxyde, Manganoxydul, Ammon, Phosphorsäure, Schwefelsäure, Kieselsäure, Kohlensäure, Chlor, Huminsäure, Quellsäure und Quellsatzsäure, zuweilen auch Ulmin- und Geinsäure, Salpetersäure, Brom- und Jodmetalle ꝛc. nachweisen.

5) Prüft man den in 3) unter b. genannten, in Wasser unlöslichen Rückstand, so findet man, daß derselbe in der Regel Kali, Natron, Kalk, Bittererde, Thonerde, Eisenoxyde, Manganoxyde, Schwefelsäure, Phosphorsäure, Kieselsäure, Kohlensäure, Fluor; ferner Humin- (oder auch Ulmin-) Substanz, huminsaure (oder auch ulmin- und geinsaure) Salze mit alkalisch erdigen oder schwermetallischen Basen enthält. — Meistens ist ein Theil dieser Körper in Verbindungen enthalten, welche von Salzsäure ganz oder theilweise gelöst werden, ein anderer hingegen in unlöslichen Formen.

6) Wenngleich nun alle Bodenarten nach dem bisher Angeführten eine gewisse Uebereinstimmung darzubieten scheinen, indem wir bei sehr vielen dieselben Bestandtheile antreffen, so herrscht doch eine

außerordentliche Verschiedenartigkeit und Mannigfaltigkeit unter den einzelnen. Dieselbe ist zunächst bedingt durch das gegenseitige Verhältniß und die Verbindungsart der Bestandtheile, ursprünglich aber durch die Entstehungsweise der verschiedenen Bodenarten. — Ehe wir weiter gehen, haben wir daher diese vor Allem in's Auge zu fassen.

7) Zuvor sei noch erwähnt, daß man die obere Schicht der Ackererde, welche bei der Cultur vom Pfluge umgewühlt wird, Ackerkrume, die Unterlage derselben Untergrund nennt.

II. Entstehung der Ackererde.

§. 355.

1) Niemand kann darüber zweifelhaft sein, daß die Ackererde durch Zerbröckelung und Verwitterung ursprünglich fester Gesteine entstanden ist, der mit aufmerksamem Auge Gegenden durchstreift, in welchen hie und da Felsen bloßgelegt sind. Während er hier noch eine glatte Oberfläche bemerkt, sieht er da eine rissige und zerklüftete, dort eine bereits mit dünner Erdschicht überdeckte. An jenem Orte bemerkt er bereits Moose und Flechten angesiedelt auf des Felsens Oberfläche, an diesem haben schon einzelne Gräser, Sträucher und Bäume die kräftigeren Wurzeln in Risse und Spalten gedrängt; weiterhin endlich findet er dickere und mächtige Erdschichten, bedeckt mit üppiger Vegetation.

2) Fragt man aber, wie es zugehe, daß der harte Fels allmälig zerbröckele, zerfalle und zu fruchtbarer Erde werde, und welches die mächtigen Kräfte seien, die das Werk der Verwitterung vollbringen, so läßt auch hierüber aufmerksame Beobachtung nicht lange in Zweifel. — Das Wasser, welches aufgesaugt wird von dem Gesteine, gefriert im Winter und sprengt sein enges Gefängniß, wie es das Faß oder die Flasche sprengt, in der es gefriert. — Die Sonne erhitzt mit glühendem Strahle diese Stelle, während die andere, geschützt von thauigem Moos, feucht und kalt bleibt; da dehnt sich der erwärmte Theil und es berstet, was nicht weichen kann; so zerspringt das dickste Glas, wenn es an einer Stelle erhitzt wird. — Der Sauerstoff wirkt mit mächtiger Verwandtschaft auf den oder jenen oxydirbaren Bestandtheil des Felsens, es entstehen neue Verbindungen von größerem Volumen, lockererer Beschaffenheit und geringerem Zusammenhange. — Auch das Wasser wirkt unaufhaltsam zur Zerstörung mit; hier verbindet es sich mit wasserfreien Salzen zu wasserhaltigen, dort löst es den oder jenen Bestandtheil, wenn auch in geringer Menge; da schwemmt es alles Aufgelockerte weg

und setzt es an günstiger Stelle ab. — Die Moose und Flechten, welche schon mit der geringsten Erdschicht sich begnügen, und die Pflanzen höherer Ordnung wirken, kaum entstehend, zu demselben Zwecke mit; sie erweitern die Risse und Spalten, indem sie ihre Wurzeln wie Keile hineinsenken; sie halten das Wasser zurück und machen so seine Wirkung andauernd; sie beladen es, wenn sie oder die Würmer, Insecten und sonstigen Thiere, denen sie Nahrung bieten, sterben und verwesen, mit Kohlensäure, Humussäuren ꝛc. und vermehren so seine auflösende Wirkung; ihre Rückstände düngen die geringe Erdschicht und befähigen sie zur Hervorbringung immer üppigerer Vegetationen. — So unterstützt eine kleine Ursache die andere, und vereinigt erzwingen sie die große Wirkung.

3) Aus diesen Beobachtungen, die man fortwährend machen kann, ergiebt sich zunächst, daß die verschiedenen Gesteine den Verwitterungskräften außerordentlich ungleichen Widerstand entgegensetzen, — ferner, daß die gebildete Erde sich entweder an dem Orte finden kann, an welchem sie entstanden ist, oder auch an einer tieferen Stelle, wohin sie geschwemmt wurde, — und daß demnach der Untergrund bald vom Muttergesteine, bald von fremdem dargestellt wird, oder auch aus den schwereren, zuerst niedergesunkenen Theilen der weggeschwemmten Verwitterungsprodukte besteht. — Erscheinungen, wie sie sich jetzt im kleinen Maßstabe zutragen, haben offenbar in den verschiedenen Bildungsperioden der Erde im Großen stattgefunden. — Aus den Trümmern der Urgebirge entstanden secundäre, aus den Trümmern dieser tertiäre Bildungen u. s. f., wobei sich die Wirkungen der verschiedenartigen Naturkräfte, des Wassers und des Feuers Macht, auf's Mannigfaltigste unterstützten, hemmten und bekämpften, bis endlich unsere Erdoberfläche wurde, wie sie ist. —

4) Die eben betrachtete allgemeine Entstehungsweise der auf der Erdoberfläche abgelagerten Schichten giebt eine deutliche Vorstellung davon, weshalb die verschiedenen Erdarten so gar ungleichartig sind; denn sie läßt erkennen, daß dieselben theils aus der Verwitterung primärer, theils aus der secundärer, tertiärer oder späterer Bildungen abstammen, — ferner, daß theils aus Gesteinen entstanden sind, welche durch Schmelzung oder Sinterung vereinigt wurden, theils aus solchen, die als Niederschläge aus Wasser zu betrachten oder unter Einfluß des Wassers durch Verkittung entstanden sind, — weiter, daß die einzelnen Schichtungen weggeschwemmter Massen verschieden ausfallen müssen, je nach der specifischen Schwere der suspendirten Theile, wie wir ja stets in aufgerührtem Schlamme die schwereren Theile zuerst zu Boden sinken sehen, — endlich, daß es auf

die Beschaffenheit der Bodenarten vom entschiedensten Einflusse ist, ob dieselben seit langer, kürzerer oder neuer Zeit die Wohnstätten von Pflanzengenerationen, desgleichen von Menschen und Thieren sind.

5) Wie wir aber aus dem oben Betrachteten die Verschiedenartigkeit der Bodenarten ohne Mühe ableiten können, so erklärt sich daraus auch auf ungezwungene Weise, wie es kommt, daß wir in allen Bodenarten fast dieselben Bestandtheile, wenn auch in den ungleichartigsten Quantitätsverhältnissen antreffen; — denn wie sollte es auch anders sein können bei den mannigfaltigen Mengungsprocessen, die seit Jahrtausenden stattgefunden haben und sich noch heute wiederholen, — bei dem Umstande, daß alles Wasser, welches die verschiedenartigen Gesteine und ihre Trümmer bedeckte und benetzte, auflösliche Salze wegnahm und zuführte und beim Verdunsten alle Schichten damit versah ꝛc.

6) Für den Landwirth, Forstwirth ꝛc. ist es nun so wichtig, die verschiedenen Bodenarten auf's Genaueste kennen zu lernen, daß sich ein eigener Wissenschaftszweig — die Bodenkunde — herausgebildet hat, welcher sich ausschließlich damit beschäftigt. Wir können daher hier bei Betrachtung der einzelnen Bodenarten kurz sein und werden nur das von chemischem Gesichtspunkte aus Wichtigste anführen.

III. Eintheilung der Bodenarten und Bestandtheile derselben.

A. Eintheilung.

§. 356.

1) Wenn man die sämmtlichen Bodenarten sich vor Augen stellen könnte, so würde man hier einander ganz ähnliche, dort ganz verschiedene erblicken nach Aussehen, Schwere, Lagerung, Mächtigkeit, Zusammensetzung u. s. w., nirgends aber würde man scharfe Grenzen, sondern überall ganz allmälige Uebergänge finden, wie es ja auch nach der betrachteten Entstehungsweise der Ackererde gar nicht anders möglich ist. Um sich aber die Uebersicht zu erleichtern, hat man die Bodenarten nach ihren vorwaltenden Gemengtheilen geordnet und unter folgende Hauptrubriken gebracht:

1. Sandboden, 2. Thonboden, 3. Lehmboden, 4. Kalkboden, 5. Mergelboden, 6. Humusboden.

2) Von chemischem Gesichtspunkte aus haben wir in Bezug auf die so entstandenen Abtheilungen Folgendes zu bemerken:

Die Hauptgemengtheile sämmtlicher Bodenarten sind: Gerölle,

Gries und Sand, Thon, kohlensaurer Kalk und Pflanzenverwesungsprodukte. Durch das Vorwalten derselben entstehen die nach ihnen benannten Bodenarten. Waltet Thon und Sand vor, so haben wir Lehmboden, waltet Thon und Kalk vor, Mergelboden.

B. Wesen und Herstammung der verwaltenden Bestandtheile.

§. 357.

Betrachten wir nun die Natur und Entstehungsweise dieser Hauptgemengtheile der Bodenarten etwas näher, und nehmen wir dabei gleichzeitig Rücksicht auf die im Boden in geringerer Menge enthaltenen Bestandtheile, die aber deshalb nicht als Nebenbestandtheile angesehen werden dürfen, denn sie spielen bei der Pflanzenernährung fast die wichtigste Rolle.

a. Steine, Gerölle, Gries und Sand.

Gerölle, Gries, Sand ꝛc. sind durch mechanische Verwitterung entstandene Gesteintrümmer der mannigfachsten Art und Beschaffenheit, häufig durch längeres Fortrollen im Wasser von abgerundeter Gestalt. Sie sind theils chemischer Verwitterung so gut wie unfähig: Quarzsand, — theils ihr schneller oder langsamer unterliegend: Glimmer, Feldspathkörner, Thonschiefer ꝛc. Vergleiche b.

b. Der Thon.

Der Thon im engeren Sinne ist ein durch chemische Einflüsse (Wasser, Kohlensäure, Sauerstoff) entstandenes Verwitterungsprodukt des Feldspaths und ähnlicher Silikate. Seine Zusammensetzung im reinen Zustande ist meist der Art, daß sie der Formel Al_2O_3, $2SiO_2 + 2HO$. entspricht; vergl. §. 126. — Im weiteren Sinne nennt man Thon alle Verwitterungsprodukte, in welchen kieselsaure Thonerde vorherrscht. Solche entstehen aus den zeolithischen und feldspathartigen Mineralien, welche alkalische Erden enthalten; aus den glimmerartigen Mineralien; den Kalk, Magnesia und Eisenoxyd enthaltenden Silikaten; und den aus solchen Mineralien bestehenden Felsarten. Die auf diese Art entstandenen Thone sind alle mehr oder weniger reich an Eisenoxydhydrat, Manganoxyden, Kalk, Magnesia ꝛc.

Was die Fähigkeit der Thone anbelangt, weitere chemische Verwitterung zu erleiden, so läßt sich diese leicht feststellen. Derselben fähig sind nämlich alle diejenigen Thone, welche noch Alkalien, alkalische Erden, Eisenoxydul oder Manganoxydul enthalten, — der-

selben unfähig hingegen alle, welche nur aus kieselsaurer Thonerde, Thonerde, Kieselsäure, Eisenoxydhydrat ꝛc. bestehen und demnach obige Substanzen nicht enthalten. — Die weitere Verwitterbarkeit aber kann einem Thone entweder dadurch verliehen sein, daß er noch, wie dies in der Regel der Fall ist, chemisch unveränderte verwitterbare Mineralien — Staub von Feldspath, Glimmer, Basalt ꝛc. — beigemengt enthält; oder aber dadurch, daß unter den ursprünglichen chemischen Verwitterungsprodukten solche sind, welche durch die einwirkenden chemischen Agentien weiter angegriffen werden, z. B. kieselsaure oder kohlensaure Kalk- oder Bitterde, kieselsaures oder kohlensaures Eisenoxydul ꝛc.

Betrachten wir jetzt einige der uns hier vorzugsweise interessirenden Mineralien in Bezug auf ihre Zusammensetzung und Verwitterungsprodukte näher.

Kalifeldspath.

Ursprüngliche Zusammensetzung:

$$KO, 3SiO_2 + Al_2O_3, 3SiO_2.$$

Letzte Verwitterungsprodukte:

In Wasser

lösliche:	unlösliche:
KO, CO_2	$Al_2O_3, 2SiO_2 + 2HO.$
Kieselsäurehydrat.	

Natronfeldspath.

Ursprüngliche Zusammensetzung:

$$NaO, 3SiO_2 + Al_2O_3, 3SiO_2.$$

Verwitterungsprodukte, entsprechend denen des Kalifeldspaths.

Ebenso wie Kali- und Natronfeldspath verwittern auch die Natron-Kali-Feldspathe (Periklin und Kali-Albit).

Natrolith.

Ursprüngliche Zusammensetzung:

$$NaO, SiO_2 + Al_2O_3, 2SiO_2 + 2HO.$$

Letzte Verwitterungsprodukte:

In Wasser

lösliche:	unlösliche:
NaO, CO_2	$Al_2O_3, 2SiO_2 + 2HO.$
Kieselsäurehydrat.	

Labrador.

Ursprüngliche Zusammensetzung:

$$NaO, SiO_2 + 3\,(CaO, SiO_2) + 4\,(Al_2O_3, 2SiO_2).$$

Letzte Verwitterungsproducte:

In Wasser oder kohlensaurem Wasser lösliche:	unlösliche:
NaO, CO_2	$4\,(Al_2O_3, 2SiO_2 + 2HO.)$
CaO, CO_2	
Kieselsäurehydrat.	

Magnesiaglimmer.

Ursprüngliche Zusammensetzung:

$$2\left(\left.\begin{matrix}Mg\\K\\Fe\end{matrix}\right\} O, SiO_2\right) + \left.\begin{matrix}Al_2\\Fe_2\end{matrix}\right\} O_3,\ 2SiO_2.$$

Letzte Verwitterungsprodukte:

In Wasser oder kohlensaurem Wasser lösliche:	unlösliche:
MgO, CO_2	$Fe_2O_3, 3HO$ und
CaO, CO_2	$\left.\begin{matrix}Al_2\\Fe_2\end{matrix}\right\} O_3, 2SiO_2 + 2HO.$

Kaliglimmer.

Ursprüngliche Zusammensetzung:

$$\left.\begin{matrix}K\\Ca\\Mn\\Fe\end{matrix}\right\} O, 3SiO_2 + 3\left(\left.\begin{matrix}Al_2\\Fe_2\\Mn_2\end{matrix}\right\} O_3, SiO_2\right)$$

Letzte Verwitterungsprodukte:

in Wasser oder kohlensaurem Wasser lösliche:	unlösliche:
KO, CO_2	$Mn_2O_3, 3HO$
CaO, CO_2	$Fe_2O_3, 3HO$ und
	$3\left(\left.\begin{matrix}Al_2\\Fe_2\\Mn_2\end{matrix}\right\} O_3, 2SiO_2 + 2HO.\right)$

Chlorit.

Ursprüngliche Zusammensetzung:

$$4\left.\begin{matrix}Mg\\Fe\\Mn\end{matrix}\right\} O, SiO_2 + Al_2O_3, SiO_2 + 3HO.$$

Letzte Verwitterungsprodukte:

In Wasser und kohlensaurem Wasser

lösliche:	unlösliche:
MgO, CO_2	$Fe_2O_3, 3HO$
	$Mn_2O_3, 3HO$ und
	$Al_2O_3, 2SiO_2 + 2HO$.

Fügen wir weiter die Zusammensetzung einiger thonerdefreien oder an Thonerde armen Mineralien und ihrer Verwitterungsprodukte bei, welche in den verbreiteteren Felsarten häufig vorkommen, so ergeben sich die Verwitterungsprodukte dieser alsdann leicht.

Hornblende (gemeine).

Ursprüngliche Zusammensetzung:

$$5 \left\{ \begin{matrix} Ca \\ Mg \\ Fe \\ Mn \end{matrix} \right\} O, 6SiO_2 + \left\{ \begin{matrix} CaF \\ MgO, Al_2O_3 \\ FeO, Al_2O_3 \end{matrix} \right\} \text{ in unbestimmter Menge.}$$

Letzte Verwitterungsprodukte:

In Wasser und kohlensaurem Wasser

lösliche:	unlösliche:
CaO, CO_2	$Fe_2O_3, 3HO$
MgO, CO_2	$Mn_2O_3, 3HO$
Kieselsäurehydrat.	Thon
	Thonerde
	CaF.

Augit.

Ursprüngliche Zusammensetzung:

$$CaO, SiO_2 + MgO, SiO_2 \text{ oder}$$

$$2\,(CaO, SiO_2) + MgO, SiO_2 + \left\{ \begin{matrix} Fe \\ Mn \end{matrix} \right\} O, SiO_2, \text{ oder}$$

$$6\,(CaO, SiO_2) + 3\,(MgO, SiO_2) + FeO, SiO_2 + (3MgO, Al_2O_3, 3SiO_2).$$

Letzte Verwitterungsprodukte:

In Wasser und kohlensaurem Wasser

lösliche:	unlösliche:
CaO, CO_2	$Fe_2O_3, 3HO$
MgO, CO_2	$Mn_2O_3, 3HO$
Kieselsäurehydrat.	Thon.

Eisensulphurete darstellende Mineralien.

Ursprüngliche Zusammensetzung:

Einfachschwefeleisen: FeS.

Magnetkies: $6FeS, FeS_2$.

Schwefelkies und Strahlkies: FeS_2.

Alle diese Verbindungen gehen unter Sauerstoffaufnahme je nach ihrer Zusammensetzung zunächst in FeO, SO_3, oder in $FeO, SO_3 + SO_3, HO$ oder $+S$ über. Was bei weiterer Einwirkung der Luft auf den Eisenvitriol entstehen würde, ist oben §. 133. bereits mitgetheilt. — Kommen die genannten Verwitterungsprodukte mit kohlensauren Kali-, Natron-, Kalk- oder Bittererdesalzen in Berührung, so entstehen einerseits schwefelsaure Salze dieser Basen, andererseits unter Mitwirkung des Sauerstoffs der Luft Eisenoxydhydrat und Kohlensäure. —

Wir haben in dem Vorhergehenden immer nur Anfang und Ende der Verwitterung mitgetheilt. Es darf aber nicht unerwähnt bleiben, daß dazwischen ganze Reihen mannigfaltiger Zwischenglieder liegen, z. B. lösliche kieselsaure Alkalien, schwer lösliche kieselsaure alkalische Erden, kohlensaures Eisen- und Manganoxydul ꝛc. — Ferner haben wir das Kieselsäurehydrat immer unter den in Wasser löslichen Substanzen aufgeführt, weil es dahin gehört; hierbei ist jedoch zu bedenken, daß es schon bei gewöhnlicher Temperatur, an der Luft liegend, sein Hydratwasser und mit ihm seine Löslichkeit in Wasser verliert. — So in Wasser unlöslich gewordene amorphe Kieselsäure ist jedoch alsdann immer noch in gewissem Grade löslich in Wasser, welches kohlensaure Alkalien enthält. Alle diese Dinge müssen berücksichtigt werden, wenn man das Wesen des Verwitterungsprocesses richtig erkennen und seinen mächtigen Einfluß auf die Ernährung der Pflanzen gehörig würdigen will.

Betrachten wir nun schließlich und beispielsweise die Zusammensetzung und die Verwitterungsprodukte einiger Felsarten.

Granit.

Der Granit ist ein körniges Gemenge von Feldspath, Quarz und Glimmer, welches außerdem häufig fremdartige Beimengungen enthält, z. B. Apatit, Magneteisenstein, Hornblende, Granat ꝛc. — Aus der mechanischen Verwitterung desselben geht zuerst Granit-Gruß hervor, zuletzt Quarzsand, Glimmersand und Feldspathkörnchen. Von diesen unterliegt chemischer Verwitterung am leichtesten der Feldspath, schwieriger der Glimmer und gar nicht der Quarzsand.

Welche Produkte aber Feldspath und Glimmer bei der chemischen Verwitterung liefern, haben wir eben gesehen.

Klingstein (Phonolith).

Der Klingstein stellt ein Gemenge dar von Feldstein (dichtem Feldspath) und einem Zeolith (z. B. Natrolith). Die Menge der Bestandtheile ist wechselnd und die Vereinigung sehr innig. — Bei chemischer Verwitterung muß er demnach die Produkte des Feldspaths gemengt mit denen des Natroliths liefern. Zu bemerken ist jedoch, daß der zeolithische Bestandtheil weit rascher verwittert als der Feldspath.

Grünstein (Diorit).

Der Grünstein stellt ein Gemenge von Hornblende mit Labrador oder Periklin dar. Bei seiner Verwitterung, die rasch erfolgt, wird zuerst der feldspathartige Bestandtheil, zuletzt die Hornblende zersetzt. Die aus denselben entstehenden Produkte haben wir bereits kennen gelernt.

Basalt.

Der Basalt ist ein höchst inniges Gemenge von Augit, Labrador oder Feldspath und Magneteisen. An fremden Beimengungen enthält er immer oder oft Olivin, Hornblende, Augit, Zeolithe ꝛc. — Der Basalt verwittert im Durchschnitt langsam. Zuerst scheint der Olivin und das Magneteisen, dann der feldspathartige Bestandtheil, zuletzt der Augit angegriffen zu werden. Die Verwitterung des Magneteisens besteht darin, daß das kohlensaure Wasser allmälig Eisenoxydul auflöst. Die Verwitterungsprodukte der übrigen Gemengtheile sind uns bereits bekannt geworden.

c. Der kohlensaure Kalk.

Der kohlensaure Kalk findet sich in der verschiedensten Form in der Ackererde; bald stellt er, aus Marmor, Kalkspath oder dichtem Kalkstein entstanden, dem Quarzsand ähnliche Körner dar, bald — durch Niederschlagung aus Wasser gebildet, — ein feines Pulver, bald Infusorienpanzer, bald — wie am Ufer des Meeres — zerriebene Muschelschalen ꝛc. Er unterliegt einer fortwährenden langsamen Lösung, sofern mit Kohlensäure beladenes Wasser auf ihn einwirkt, oder verwesende Thier- und Pflanzenreste mit ihm in Berührung sind.

d. Die Pflanzen-Verwesungsprodukte.

Die Pflanzenverwesungsprodukte sind je nach dem Grade des Zersetzungsprocesses, je nach dem Luft- und Wasserzutritte ꝛc. theils noch mit erkennbarer Struktur, theils schon als Ulmin- und Huminsubstanz ꝛc. dem Boden einverleibt; sie sind von allen Bestandtheilen des Bodens der schnellsten Veränderung unterworfen, indem sie theils zu Kohlensäure und Wasser verwesen, theils durch beschränkteren Zutritt des Sauerstoffs unvollständigere Oxydation erleiden, theils mit Alkalien sich zu löslichen oder mit alkalischen Erden und sonstigen Metalloxyden zu schwer- oder unlöslichen Verbindungen vereinigen.

C. Herstammung der Chlor-, Fluor- ꝛc. Verbindungen, der phosphorsauren und schwefelsauren Salze, des Ammons ꝛc. im Boden.

§. 358.

Aus dem Bisherigen erklärt sich ohne Mühe der Ursprung der meisten Bestandtheile des Bodens. Ueber einige wollen wir hier etwas Näheres hinzufügen.

Das Vorkommen löslicher Chlorverbindungen — namentlich des Kochsalzes, auch des Chlormagnesiums und Chlorcalciums — erklärt sich einerseits aus den verbreiteten Steinsalzlagern der Erde, andererseits aus dem Vorkommen von Chlorüren in vielen Mineralien und Felsarten, z. B. dem Glimmer, Apatit, mancher Hornblende, dem Nephelin, Hauyn, Porzellanspath, dem Trachyt, Bimsstein, vielen Laven, dem Basalt, Klingstein, Granit, Porphyr ꝛc. ꝛc. Daß alle Mineralien oder Gesteine Chlorüre enthalten müssen, welche sich jemals aus Meerwasser abgesetzt haben oder damit durchtränkt eintrockneten, sofern sie nicht wieder vollständig ausgelaugt wurden, liegt auf der Hand, wenn man bedenkt, daß Chlorüre die bei weitem vorwaltenden Salze des Meerwassers sind. — Jodüre und Bromüre finden sich in allen solchen wohl auch, aber in so geringen Spuren, daß sie nicht nachweisbar sind; nur am Meeresstrande sind sie in nachweisbarer Quantität vorhanden. —

Für die schwefelsauren Salze des Bodens muß der Gyps als Hauptquelle angesehen werden. Uebrigens finden sich auch schwefelsaure Alkalien in vielen Felsarten und Mineralien. So fand z. B. Struve in drei Klingsteinen, in drei Basalten, im Feldspathporphyr von Teplitz, im Gneiß von Bilin und im Granit von Carlsbad schwefelsaures Kali und in den meisten dieser Gesteine

auch schwefelsaures Natron; weniger häufig finden sich schwefelsaure Salze in einfachen Mineralien. — Häufig lassen sich die in den Felsarten vorkommenden schwefelsauren Salze aus der Verwitterung von Eisensulphureten ableiten.

Die phosphorsauren Salze verdanken ihren Ursprung vorzugsweise dem Apatit, welcher sich überaus verbreitet in der Natur findet; z. B. eingewachsen im Granit, Hornblendegestein, im körnigen Kalk, im Glimmer-, Talk-, Chlorit- und Kohlenschiefer, im Dolerit, Nephelinfels, Basalt, im glasigen Feldspathgesteine, in Lava ꝛc., ferner auf Erzgängen im Granit, Gneiß, Diorit, Thonschiefer ꝛc. (G. Bischoff). Von weiteren natürlichen phosphorsauren Salzen ist das verbreitetste der Wavellit. Außerdem enthält der Raseneisenstein nicht unbeträchtliche und viele Brauneisensteine geringe Mengen von Phosphorsäure. Fownes fand Spuren von Phosphorsäure in Porzellanerde von Dartmoor, in Lava vom Rhein, im Trachyt vom Drachenfels, in Lava vom Vesuv, im Basalt aus Derbyshire und solchem aus der Nähe von Dudley, — Sullivan im Granit des Odenwalds und solchem aus Schottland, im Gneiß des Odenwaldes, im Glimmer- und Chloritschiefer, im Augitporphyr, in Basalt aus Schottland, in Diorit aus dem Lahnthal, in Klingstein vom Rhöngebirge u. s. w. (vergl. G. Bischoff). — Die Verwitterung und Auflösung des phosphorsauren Kalks (und der andern an und für sich so gut wie unlöslichen phosphorsauren Salze) wird in der Natur offenbar hauptsächlich durch kohlensaures Wasser vollführt. Dieses löst nämlich denselben in merklicher Menge, in geringerer wird die phosphorsaure Thonerde und in geringster das phosphorsaure Eisenoxyd gelöst. Kommt eine solche Auflösung des phosphorsauren Kalks mit kohlensaurem oder kieselsaurem Alkali in Berührung, so entsteht kohlensaurer oder kieselsaurer Kalk und lösliches phosphorsaures Alkali.

Daß man schwefelsaure und phosphorsaure Salze in geringer Menge in allen Steinen finden werde, welche aus dem Meerwasser sich abgesetzt haben, oder überhaupt unter seiner Mitwirkung entstanden sind, kann man zuversichtlich behaupten, denn beide sind nie fehlende Bestandtheile desselben.

Die Fluorverbindungen des Bodens können von den verschiedenartigsten Mineralien abstammen. Die wichtigste Fluorverbindung jedoch ist stets der Flußspath. — Fluor hat man z. B. gefunden im Kali- und Magnesia-Glimmer, in vielen Hornblenden, im Apatit und Wavellit, im Apophyllit ꝛc. ꝛc. Die Verwitterung des Fluorcalciums erfolgt theils durch Wasser und kohlensaures Wasser,

worin es sich, wenn auch in sehr geringer Menge, langsam löst, theils durch kohlensaure Alkalilösungen, welche das Fluorcalcium theilweise zerlegen, unter Bildung von Fluor-Kalium oder Natrium und kohlensaurem Kalk.

Ammonsalze werden dem Boden theils durch den Regen zugeführt, theils absorbirt er kohlensaures Ammon aus der Luft. — Der constante Gehalt aller Ackererden an kohlensaurem Ammon ist erst in der letzten Zeit durch Krocker festgestellt worden. — Seine Resultate ergeben sich aus folgender Tabelle:

Bodenarten.	Gehalt an Ammon ($NH_4 . O$) in 100 Theilen lufttrockener Substanz.	Specif. Gewicht.	Ammon-Gehalt einer Bodenschicht fester Substanz, 0,25 Meter tief, auf einer Hektare, in Pfunden.
Thoniger Boden vor der Düngung . .	0,260	2,39	31080
» » » » » . .	0,249	2,42	30176
Ackerkrume eines Bodens von Hohenheim	0,239	2,40	28642
Untergrund desselben Feldes	0,159	2,41	19374
Thoniger Boden vor der Düngung . .	0,228	2,41	27468
» » » » » . .	0,225	2,41	27101
Zu Gerste bestellter Boden	0,219	2,44	26692
Thoniger Boden vor der Düngung . .	0,213	2,41	25620
Lehmiger Boden	0,206	2,45	25302
» »	0,203	2,45	24927
Nie gedüngte Erde aus Amerika . .	0,177	2,18	19345
Sandiger, nie bebauter Boden . . .	0,147	2,50	18360
Ausgegrabene lehmige Erde	0,135	2,50	16830
Sandiger nie bebauter Boden . . .	0,086	2,51	10753
Fast reiner Sand	0,047	2,61	6189
Mergel	0,1512	2,42	18286
	0,1451		17674
	0,1175		14211
	0,1106	2,42	13623
	0,0886		10716
	0,0118		1424
	0,0072		869

Daß dem Boden durch Zersetzung stickstoffhaltiger Pflanzen- und Thierstoffe ebenfalls Ammonsalze einverleibt werden, braucht kaum erwähnt zu werden. — Desselben Ursprungs sind meistens auch die geringen Mengen salpetersaurer Salze, die man im Boden

findet. Daß dem Boden in Gewitterregen geringe Mengen von salpetersaurem Ammon zugeführt werden, wurde oben bereits erwähnt. —

IV. Eigenschaften der Bodenarten.

§. 359.

Wenn man die Eigenschaften der Bodenarten, von deren Gesammtheit begreiflicherweise ihre Fruchtbarkeit abhängig sein muß, richtig würdigen will, so muß man die physischen und chemischen Verhältnisse besonders berücksichtigen, und muß sich ferner, sowie man aus den Eigenschaften einen Schluß auf die Fruchtbarkeit machen will, an eine ganz umfassende Betrachtungsweise gewöhnen, denn eine einseitige führt hier nie zum Ziele. Ein Boden, der die günstigste physikalische Beschaffenheit hat, kann vollkommen unfruchtbar sein, wenn ihm ein einziger Bestandtheil fehlt, den die Pflanzen brauchen, oder wenn dieser Bestandtheil nicht in der geeigneten Verbindung vorhanden ist, — ebenso kann ein in chemischer Beziehung idealer Boden bei aller Besamung wüste und öde bleiben, wenn ihm die nöthige Wärme, das erforderliche Licht, oder die nothwendige Lockerheit abgeht. — Der Begriff fruchtbar ist außerdem ein ganz relativer, d. h. er kann nicht festgestellt werden, ohne Nennung der Pflanzen, die der Boden ertragen soll. Ein Boden, der herrliche und üppige Binsen trägt, ist gewöhnlich vollkommen unfruchtbar für Getreide oder Wein, und umgekehrt.

a. Physische Eigenschaften.

§. 360.

Von den physischen Eigenschaften des Bodens kommen zuerst die allgemeinsten, von der Lage abhängigen in Betracht, weil von ihnen Temperatur und Beleuchtung unmittelbar bedingt sind, sodann die Mächtigkeit und ferner gewisse besondere Eigenschaften, welche abhängig sind von der Natur der Bestandtheile. Hierhin sind zu rechnen: specifisches Gewicht, Aufsaugungsvermögen für Wasser und Gase (Sauerstoff, Kohlensäure, kohlensaures Ammon ꝛc.), Wasser zurückhaltende Kraft, Porosität und davon bedingte Haarröhrchenkraft, Zusammenhang und Consistenz, Raumverminderung beim Austrocknen, Farbe und Verhalten gegen Licht- und Wärmestrahlen, Wärme-Ausstrahlungsvermögen, Wärmeleitungsfähigkeit, elektrisches Verhalten ꝛc. —

Alle diese physischen Eigenschaften des Bodens sind sowohl von directem Einflusse auf das Pflanzenleben als von indirectem auf die Verwitterung und Umgestaltung des Bodens. — Wir haben dieselben hier berührt, um uns vor einer gefährlichen Klippe zu bewahren, nämlich vor der, ihren mächtigen Einfluß nicht gehörig zu würdigen. Ihre nähere Betrachtung jedoch und die Art, wie man Bodenarten auf ihr physisches Verhalten untersucht, gehört nicht hierher.

b. Chemische Eigenschaften.

§. 361.

Was die chemischen Eigenschaften der Bodenarten betrifft, so haben wir letztere zu betrachten: 1) in ihrem Sein und 2) in ihrer Entwickelung. Die erstere Betrachtungsweise lehrt uns den Werth des Bodens in der Gegenwart, die zweite den in der Zukunft kennen.

Was nun den ersten Punkt betrifft, so hat man zu unterscheiden:

1) Bodenbestandtheile, welche sich in Wasser lösen;
2) Bodenbestandtheile, welche sich nicht in Wasser, wohl aber in verdünnten Säuren oder kohlensauren Alkalien lösen;
3) Bodenbestandtheile, welche sich weder in Wasser, noch in verdünnten Säuren ꝛc. lösen.

Die ersteren werden den Pflanzen unmittelbar mit dem Wasser, welches sie aufsaugen, zugeführt, — die unter 2) genannten vermögen die Pflanzen ebenfalls aufzunehmen, aber schwieriger, indem dieselben nur durch Vermittelung von Kohlensäure, Humussäuren oder kohlensauren Alkalien in auflöslichen Zustand kommen, — die letztgenannten endlich sind, in chemischer Hinsicht, für den Augenblick unverwendbar.

Ein Boden wird also für die ihm zugedachte Vegetation in chemischer Hinsicht am geeignetsten sein, wenn er die den Pflanzen erforderlichen Bestandtheile in dem ihnen am meisten zusagenden Verhältnisse und der nothwendigen Menge, und zwar in einem Zustande enthält, in welchem sie theils in Wasser, theils nicht in Wasser, wohl aber in verdünnten Säuren oder Alkalien löslich sind. — Der letztere Umstand darf keinesweges übersehen werden, denn ein Boden, der alle zur Pflanzennahrung nothwendigen Stoffe in genügender Menge als in Wasser leicht lösliche Salze besäße, würde bald diesen Zustand nicht mehr darbieten, da dieselben unter gewissen

Umständen schnell durch das eindringende Regenwasser ausgelaugt und in den Untergrund geführt werden würden. Jedoch ist hierbei die physische Beschaffenheit des Bodens von wesentlichem Belang; so wird Kiesboden schnell ausgelaugt, Thon- und Humusboden weit langsamer, weil letztere eine viel bedeutendere Wasser aufsaugende und bindende Kraft besitzen. — Von nicht geringerer Wichtigkeit ist die Beschaffenheit des Untergrundes; so wird ein zerklüfteter Felsgrund die durchgesickerte Salzlösung leicht abfließen lassen, während ein fester Thonuntergrund dieselbe zurückhält, bis sie durch die Ackerkrume allmälig wieder aufgesaugt wird.

Was die Erforschung der Art und Menge der in Wasser oder verdünnten Säuren ꝛc. auflöslichen Bestandtheile betrifft, so werden wir auf diesen Gegenstand unten §. 377 und Abtheilung V. zurückkommen.

Was den oben berührten zweiten Punkt — den Boden in seiner Entwicklung — anbelangt, so erfordert er eine genaue Prüfung der in Wasser, verdünnten Säuren und Alkalien unlöslichen Bodenbestandtheile. Sind dieselben schon auf der äußersten Stufe der Verwitterung angelangt, bestehen sie z. B. nur aus kieselsaurer Thonerde, Thonerde, Quarz, Eisenoxyd, so ist von dem Boden auch in der Zukunft — in chemischer Beziehung — nichts mehr zu erwarten; — enthalten sie dagegen noch verwitterbare Bestandtheile, so erneuert sich die pflanzenernährende Kraft des Bodens unaufhörlich, und der ihm dadurch verliehene Werth ist um so größer, je bedeutender die Quantität des weiterer Verwitterung Fähigen ist, je genauer sich der Verlauf der Verwitterung den Perioden des Pflanzenwachsthums anschließt, und je vollständiger er zu geeigneter Zeit die nöthigen Nahrungsstoffe in richtiger Verbindungsweise liefert.

Daß bei dieser Untersuchung, die zuweilen schon durch mineralogische Prüfung vollführt werden kann, am vollständigsten aber stets durch chemische Analyse (Abth. V.) bewerkstelligt wird, namentlich auch die Beschaffenheit des Untergrundes Berücksichtigung verdient, bedarf kaum der Erwähnung.

Aus dem Gesagten wird sich ergeben, daß alle Bodenanalysen vollkommen werthlos sind, bei welchen diese Gesichtspunkte außer Acht gelassen wurden; denn in der That, wenn die Analyse nichts weiter zu erkennen giebt, als die Menge jedes einzelnen Bestandtheils ohne Berücksichtigung seiner Verbindungsweise und seines Löslichkeitsverhältnisses, so können die Ergebnisse der Analysen des fruchtbarsten und eines ganz unfruchtbaren Bodens möglicherweise genau mit einander übereinstimmen.

B. Uebersicht der Quellen, aus welchen die die Pflanzen bildenden Elemente möglicherweise herstammen können.

§. 362.

I. Mögliche Quellen des Kohlenstoffs.

Bei diesen Prüfungen auf mögliche Herstammung der einzelnen Elemente haben wir nach dem, was in §. 353 gesagt wurde, Rücksicht zu nehmen auf die Atmosphäre, das Wasser, den Boden und den Samen. —

a. Die Atmosphäre. — Sie enthält stets Kohlensäure, vergleiche §. 61.
b. Das Wasser. — Es ist ohne Ausnahme ursprünglich als Regen, Schnee, Thau ꝛc. auf die Erde gekommen und enthält stets schon bei seinem Niederfallen Kohlensäure (§. 159). Verweilt es in einer Erde, in welcher Pflanzen verwesen, oder unter welcher vulkanische Processe ꝛc. thätig sind, so enthält es häufig weit beträchtlichere Kohlensäuremengen (§. §. 27 u. 160).
c. Der Boden enthält Kohlenstoff:
   1) in Form von kohlensauren Salzen (kohlensauren Kalk, kohlensaure Bitterde, kohlensaure Alkalien ꝛc.);
   2) in Form von Pflanzenverwesungsprodukten (humusartige Materien);
   3) in Form von freier Kohlensäure; dieselbe entwickelt sich theils im Boden (vergl. b), theils absorbirt sie der Boden aus der Luft.
d. Der Same enthält kohlenstoffhaltige Bestandtheile.

II. Mögliche Quellen des Wasserstoffs.

a. Die Atmosphäre. Sie enthält stets Wasserdampf (§. 61).
b. Das Wasser. Es kommt theils unmittelbar mit den Pflanzen in Berührung, theils befeuchtet es den Boden und kann so allmälig von den Wurzeln aufgesaugt werden.
c. Der Boden. Er enthält meist Mineralien, welche Wasser chemisch gebunden enthalten, ferner humusartige Materien, welche ohne Ausnahme wasserstoffhaltig sind.
d. Der Same enthält wasserstoffhaltige Bestandtheile.

III. Mögliche Quellen des Sauerstoffs.

a. Die Atmosphäre, welche 1) $\frac{1}{5}$ freien Sauerstoff, 2) etwas Kohlensäure und 3) etwas Wasserdampf enthält.
b. Das Wasser.
c. Der Boden. Fast alle Bestandtheile desselben sind Sauerstoffverbindungen.
d. Der Same.

IV. Mögliche Quellen des Stickstoffs.

a. Die Atmosphäre enthält 1) $\frac{4}{5}$ freien Stickstoff, 2) kohlensaures Ammon in geringer Menge.
b. Das Wasser kann hier nur insofern genannt werden, als es kohlensaures Ammon und nach Gewittern salpetersaures Ammon aus der Luft aufnimmt.
c. Der Boden.
   1) Alle Bodenarten enthalten Ammon, welches sie aus der Luft absorbirt haben;
   2) die im Boden sich zersetzenden stickstoffhaltigen organischen Substanzen liefern je nach Umständen Ammon oder salpetersaure Salze.
d. Der Same enthält ohne Ausnahme stickstoffhaltige Substanzen.

V. Mögliche Quellen des Schwefels und Phosphors.

a. Die Atmosphäre enthält Spuren von Schwefel- und Phosphorwasserstoff.
b. Das Wasser kann hier nur insofern genannt werden, als es aus dem Boden, den es durchsickert, schwefelsaure und phosphorsaure Salze, seltener Schwefelwasserstoff oder Schwefelmetalle aufnimmt.
c. Der Boden enthält Schwefel in Form von schwefelsauren Salzen und Schwefelmetallen, Phosphor in Form phosphorsaurer Salze. Die genannten Schwefel- und Phosphorverbindungen können entweder unorganischen Ursprunges sein, oder sie können verwesenden organischen Substanzen angehören oder auch angehört haben.
d. Der Same enthält ohne Ausnahme:

1) Schwefel, oft auch Phosphor enthaltende organische Substanzen;
2) phosphorsaure und meist auch schwefelsaure Salze.

VI. Mögliche Quellen der unorganischen Salze.

a. Die Atmosphäre, sofern sie Staub und am Meeresgestade Salztheilchen mit sich führt.
b. Das Wasser, sofern es den Boden durchsickert und daraus theils so, theils durch Vermittlung von Kohlensäure oder Humussäuren Salze daraus aufgenommen hat.
c. Der Boden. Derselbe kann die Salze:
   1) in verwittertem Gestein (in löslichem Zustande),
   2) in unverwittertem Gestein (in unlöslichem Zustande),
   3) in mehr oder minder zersetzten organischen Substanzen enthalten.
d. Der Same.

C. Prüfung, welche von den betrachteten möglichen Quellen des Kohlenstoffs, Wasserstoffs, Stickstoffs ꝛc. von den Pflanzen benutzt werden können, und welche die Erfahrung oder die Wahrscheinlichkeit als wirklich benutzte bezeichnet.

§. 363.

Das Kapitel, zu dessen Betrachtung wir jetzt übergehen, ist Gegenstand mannigfachen wissenschaftlichen Streites gewesen. Die Ursache davon muß in der allzu einseitigen Betrachtungsweise gesucht werden, der man sich hier und dort hingab. Niemand hat gesehen, wie es eine Pflanze anfängt, wenn sie sich dieses oder jenes Element aneignet; was wir beobachten und feststellen können, ist die Zusammensetzung der Pflanze, die Art und Menge der Bestandtheile, welche ihr in Luft, Wasser, Boden und Same zugeführt werden und die Structur der Pflanze. Alles Weitere sind Schlüsse aus diesen Beobachtungen. Sie dürften um so richtiger sein, je weniger Schranken sie der Natur setzen und je umfassender sie gezogen werden. — Aus der Structur der Pflanze ergiebt sich, daß sie nur Gase oder Flüssigkeiten (und darin gelöste Substanzen) als Nahrungsstoffe benutzen kann, und alle Beobachtungen sprechen dafür, daß sie alle Stoffe aufsaugt, welche ihr in diesen Zuständen geboten werden. Nach Feststellung dieser Gesichtspunkte gehen wir zur Betrachtung der einzelnen Elemente über, welche wir in den Pflanzen antreffen.

I. Kohlenstoff.

§. 364.

1. Kohlenstoff in der Atmosphäre.

Es ist als entschieden zu betrachten, daß alle Pflanzen mit grünen Organen Kohlenstoff von der Kohlensäure der Atmosphäre beziehen können. — Es ist gewiß, daß ihn viele Pflanzen fast nur, andere zum großen Theil aus dieser Quelle beziehen.

Flechten und Moose wachsen auf kahlen Felsen. Kiefernwälder wachsen auf Sandboden, der keine oder fast keine humusartigen Materien enthält, und an letzteren außerdem noch fortwährend zunimmt. — Vielen Wiesen entziehen wir Jahr aus Jahr ein Kohlenstoff in Form von Heu oder von Milch, Butter und Käse, — allen Wäldern in Form von Holz, ohne daß wir ihnen irgend Kohlenstoff von außen zuführen. — Man kann gegen diese Beispiele nicht anführen, daß ja die Wiesen und Wälder auch Humus im Boden enthielten, denn die Menge desselben nimmt, trotz der Entziehung des Kohlenstoffs in den Ernten, nicht ab, sondern meist zu. — Vgl. auch den in §. 379 angeführten Versuch mit Kartoffeln, welche auf fast ganz humusfreiem Boden einen sehr reichlichen Ertrag gaben.

Bei der Aufnahme des Kohlenstoffes aus Kohlensäure muß Sauerstoff abgeschieden werden. Die Pflanzenphysiologie lehrt, daß die grünen Theile der Gewächse die Fähigkeit haben, unter dem Einflusse des Lichtes diese Zersetzung zu bewerkstelligen.

Ob die Schwämme und Pilze und die nicht grünen Schmarotzerpflanzen (z. B. Orobanche) die Fähigkeit haben, Kohlensäure zu zerlegen und ihren Kohlenstoff sich anzueignen, ist durch Versuche nicht entschieden. Es scheint mir sehr zweifelhaft, ja ganz unwahrscheinlich.

2. Kohlenstoff im Boden.

a) In kohlensauren Salzen. — Ich betrachte es als gewiß, daß der Kohlenstoff aus denselben ebenfalls von den Pflanzen verwendet wird; denn wir finden in der Asche fast aller Pflanzen eine große Menge kohlensauren Kalk, ferner Bittererde und kohlensaure Alkalien, welche in Form äpfelsaurer, weinsteinsaurer ꝛc. Salze in den Pflanzen enthalten waren. Diese Basen sind größtentheils der Pflanze als einfach oder doppelt-kohlensaure Salze zugeführt worden. Werden sie nun von den Pflanzen zur Bildung organischsaurer Salze verwendet, so wird die mit ihnen verbunden gewesene Kohlensäure

in Freiheit gesetzt. Warum nun sollte diese in der Pflanze frei werdende Kohlensäure nicht benutzt werden? Experimentell läßt sich diese Frage wohl kaum entscheiden. Der so in die Pflanzen kommende Kohlenstoff ist übrigens jedenfalls nur als kleiner Zuschuß, nicht als Hauptquelle zu betrachten. Sehen wir z. B. wie viel Kohlenstoff auf diese Weise der Tabackspflanze zugeführt wird.

Getrocknete Blätter lieferten (nach einer Analyse von Will und mir):

Kohlenstoff . . .	38,47
Wasserstoff . . .	5,69
Stickstoff . . .	3,84
Sauerstoff . . .	34,06
Asche	17,94
	100,00.

In 100 Thln. Asche waren enthalten 23,3 Kali, 1,8 Natron, 22,19 Kalk und 5,79 Magnesia. Rechnet man, daß die drei ersten Basen als kohlensaure Salze in die Pflanze gekommen sind (die Magnesia mag als mit der Kieselsäure verbunden gedacht werden), so entspricht ihre Menge (die Salze sind als neutrale berechnet) 10,9 + 1,2 + 17,3 = 29,4 Thln. Kohlensäure = 8,02 Kohlenstoff. Wenn nun 100 Thle. Asche 8 Theilen Kohlenstoff entsprechen, so entsprechen 17,94 Thle. Asche 1,43 Thln. Kohlenstoff. Nach dieser Berechnung würde demnach $\frac{1}{27}$ des Gesammtkohlenstoffes im Taback dieser Quelle entstammen.

b) In Form von organischen Zersetzungsprodukten. Es ist als gewiß zu betrachten, daß die in Wasser oder alkalischem Wasser löslichen Zersetzungsprodukte organischer Substanzen (Huminsäure, Quellsäure ꝛc.) von den Pflanzen aufgesaugt werden, und kaum zu bezweifeln, daß die aufgesaugten kohlenstoffhaltigen Substanzen von den Pflanzen als Nahrungsstoffe verwendet werden. Der Umstand, daß man in den Wurzeln keine humusartigen Materien mehr findet, widerlegt die angeführte Behauptung nicht im mindesten, denn wir wissen, daß die Aufnahme der Flüssigkeiten nach den Gesetzen der Endosmose (durch Einsickerung durch die Zellenwände) erfolgt und zwar so, daß die Flüssigkeit schon beim Eintritte in die Zellen zersetzt wird. Analog ist bei dem Ernährungsprocesse der Thiere die Erfahrung, daß der aus dem grünen Futterbrei der Eingeweide gebildete Saft in den lymphatischen Gefäßen nicht grün, sondern weiß ist.

Ebensowenig wird obige Behauptung dadurch entkräftet, daß wir viele Pflanzen wachsen sehen, ohne daß sie humusartige Stoffe aufnehmen, oder dadurch, daß man nachweist, der Kohlenstoffgehalt

in der Ernte sei größer als der im Boden u. s. w., denn wir haben ja nicht behauptet, daß die löslichen Humusmaterien allen Kohlenstoff liefern, sondern nur, daß auch sie, wenn sie vorhanden sind, welchen liefern. In der Regel wird der so zufließende Kohlenstoff allerdings nur als geringer Zuschuß zu betrachten sein. Bei Pilzen und Schwämmen jedoch scheint das Verhältniß umgekehrt.

c) In Form freier Kohlensäure. Es ist als gewiß zu betrachten, daß dieselbe verwendet wird. Diese Quelle wird je nach Umständen eine Neben- oder auch eine Hauptquelle sein können.

3. Kohlenstoff im Wasser.

Von der im Wasser aufgelösten Kohlensäure gilt dasselbe, was so eben von der im Boden befindlichen gasförmigen gesagt wurde. Diese Quelle des Kohlenstoffes ist bei unter Wasser lebenden Pflanzen als die hauptsächlichste zu betrachten.

4. Kohlenstoff im Samen.

Es ist gewiß, daß derselbe verwendet wird. Ebenso gewiß ist es aber auch, daß er nur ein Minimum des der Pflanze nöthigen Kohlenstoffes liefern könne. — Etwas anders ist das Verhältniß bei Pflanzen, welche aus Knollen entstehen. Diese erhalten von der gelegten Knolle eine nicht ganz unbeträchtliche Kohlenstoffzufuhr; so erntet man von einer Kartoffel etwa 10, demnach kann man schließen, daß $^1/_{10}$ des Kohlenstoffes in der Ernte von den Mutterkartoffeln abstammt (denn in diesen findet man fast alle Bestandtheile mit Ausnahme der Faser verschwunden). Daß bei dem Keimen und Auswachsen der Kartoffeln in dunkeln Kellern aller Kohlenstoff aus der Kartoffel genommen wird, ist in hohem Grade wahrscheinlich, aber noch nicht durch direkte Versuche bewiesen.

II. Wasserstoff.

§. 365.

Das Wasser, wo es sich auch findet, ob in der Atmosphäre, ob im Regen, Thau, in Bächen, Flüssen, oder wo sonst immer, haben wir als wichtigste und hauptsächlichste Quelle des Wasserstoffes zu betrachten. Ob auch der Wasserstoff, welcher in den humusartigen Materien enthalten ist, oder der im Samen befindliche eine Bezugsquelle abgiebt, läßt sich nicht durch Versuche entscheiden. Auch hat diese Frage keine praktische Wichtigkeit, weil auf diese Art nur

ein sehr geringer Theil des Wasserstoffes geliefert werden könnte. In Hinsicht auf Wahrscheinlichkeit muß die Frage bejaht werden.

III. Sauerstoff.

§. 366.

Auch die Frage über die wirklichen Bezugsquellen des Sauerstoffes hat für den Land- und Forstwirth keine praktische Wichtigkeit, weil es der Pflanze an Sauerstoff niemals fehlen kann.

Da die meisten Bestandtheile der Pflanzen Sauerstoff und Wasserstoff in demselben Verhältnisse wie im Wasser enthalten (Zellulose, Holzfaser, Gummi, Zucker, Stärkmehl ꝛc.), so ist die Vorstellung die einfachste, daß die Pflanzen den Sauerstoff ebenfalls aus dem Wasser beziehen, den der verwendeten Kohlensäure hingegen abscheiden und von dem freien Sauerstoffe der Atmosphäre keinen Gebrauch machen. Diese Sache läßt sich jedoch nicht beweisen. Von dem in den Mineralien enthaltenen Sauerstoff können die Pflanzen auf keinen Fall einen erheblichen Gebrauch machen, da sich die Basen und Säuren in den Pflanzen meist als solche finden.

Als Zusatz zu Wasserstoff und Sauerstoff ist zu bemerken, daß die Quantitäten des den Pflanzen zur Bildung organischer Bestandtheile nöthigen Sauerstoffes und Wasserstoffes gar nicht in Betracht kommen gegen die Menge des Wassers, welches die Pflanzen nöthig haben zur Bildung ihrer Säfte, die ja alle wässerige Lösungen sind. Dieses sei nur zur Verhütung der Meinung gesagt, daß das Kränkeln der Pflanzen, welche kein Wasser haben, etwa durch Mangel an Wasserstoff oder Sauerstoff entstehe.

IV. Stickstoff.

§. 367.

a. Viele Chemiker, Liebig an der Spitze, nehmen an, daß das kohlensaure Ammon der Luft, welches entweder gasförmig, oder im Regen und Thau aufgelöst, oder von der Ackererde mechanisch gebunden mit den Pflanzen in Berührung kommt, manchen Gewächsen allen, anderen den größten Theil des nöthigen Stickstoffes liefere. Sie läugnen die Mitwirkung des Stickstoffes der Luft im Allgemeinen und erkennen demselben nur insofern eine geringe Mitwirkung zu, als aus demselben unter dem Einflusse elektrischer Entladungen Spuren von Salpetersäure gebildet werden.

b. Andere Chemiker, Mulder an der Spitze, nehmen an, daß außer dem kohlensauren Ammon der Luft auch und namentlich ihr freies Stickgas in den meisten Fällen ein Nahrungsstoff der Pflanzen sei. Nach diesen Chemikern nämlich bildet sich Ammon als Nebenprodukt der Fäulniß organischer Körper (z. B. der Pflanzenüberreste), indem sich der bei der Fäulniß frei werdende Wasserstoff mit dem Stickstoffe der in der Erde befindlichen, mehr oder minder abgeschlossenen Luft verbindet.

»Es ist indessen eine allgemeine Eigenschaft des Stickgases »und also der atmosphärischen Luft, wo es in einem geschlosse»nen Raume mit faulenden und also Wasserstoff entbindenden »Materien in Berührung kommt, mit dem Wasserstoffe Ammo»niak zu erzeugen ꝛc.«

»Jene Bedingungen sind in der Ackererde gegeben, wo die »eingeschlossene Luft mit feuchten, faulenden organischen Stoffen »in beständiger Berührung ist.« (Mulder in seiner physiologischen Chemie.)

c. Früher glaubte man die Quelle des Stickstoffes nur in verwesenden stickstoffhaltigen Körpern oder den daraus gebildeten Ammonsalzen suchen zu dürfen.

d. Keine Erfahrung spricht dafür, daß das Stickgas der Luft unmittelbar und als solches von den Pflanzen aufgenommen werden könne.

e. Von dem Stickstoffe des Samens gilt dasselbe, was vom Kohlenstoffe desselben angeführt wurde.

Als sicheres Resultat, welches aus den mitgetheilten Meinungen gezogen werden kann, ist Folgendes zu merken:

1) Der den Pflanzen nöthige Stickstoff wird mit Bestimmtheit bei vielen Vegetationsprocessen lediglich der Atmosphäre entnommen.

Vielen Wiesen und allen Wäldern führen wir keinen Dünger von außen zu; ihr Boden wird nicht ärmer an stickstoffhaltigen Substanzen und doch nehmen wir jährlich in den Ernten bedeutende Mengen von Stickstoff weg.

In vielen Fällen, z. B. bei Kiefernwäldern, die auf humusfreiem Boden wachsen, bei dem in §. 379 angeführten Versuche mit Kartoffeln ꝛc. ꝛc. können wir bloß das Ammon der Luft (das gasförmige, das in Wasser gelöste und das vom Boden aufgesaugte) als Bezugsquelle des Stickstoffes betrachten; in anderen Fällen, z. B. bei Wiesen und Wäldern, welche humushaltigen Boden haben, muß es vor der Hand und bis weitere Versuche über diesen schwierigen

Gegenstand Gewißheit gegeben haben, dahin gestellt bleiben, ob außer dem Ammon der Luft auch der Stickstoff derselben, nachdem er unter Einfluß der faulenden Pflanzenüberreste zu Ammon geworden, den Pflanzen den Stickstoff liefere.

2) Ein Theil, bald der geringere, bald der größere, des den Pflanzen nöthigen Stickstoffes wird von diesen mit Bestimmtheit in der Erde faulenden oder verwesenden organischen Bestandtheilen, zugeführten Ammonsalzen oder salpetersauren Salzen entnommen, wenn jene oder diese vorhanden sind, wie in mit stickstoffhaltigen Substanzen gedüngtem Lande.

Den Beweis dieser Behauptung liefern die günstigen Erfolge, welche unter geeigneten Umständen Düngung mit Ammonsalzen geliefert hat (Schattenmann, Kuhlmann ꝛc.).

V. Schwefel und Phosphor.

§. 368.

Der in den organischen Bestandtheilen der Pflanzen sich findende Schwefel und Phosphor scheint allen im Boden ꝛc. befindlichen löslichen, Schwefel und Phosphor enthaltenden Körpern entnommen werden zu können. Als Hauptquelle jedoch sind die schwefelsauren und phosphorsauren Salze im Boden zu betrachten. Daß die Pflanzen die Fähigkeit haben, solche Sauerstoffverbindungen zu reduciren, ist, abgesehen von dem sich aus Erwägung der Umstände (unter welchen wir Pflanzen entstehen sehen) ergebenden Beweise, durch direkte Versuche entschieden.

Auch hier ist, wie oben bei Wasserstoff und Sauerstoff gegenüber dem Wasser, zu beachten, daß die Menge des den Pflanzen zur Bildung organischer Bestandtheile nöthigen Phosphors nicht in Betracht kommt gegen die, welche wir in Form phosphorsaurer Salze in den Pflanzen finden.

VI. Unorganische Salze ꝛc.

§. 369.

Dieselben können, wie sich aus unserer früheren Betrachtung ergiebt, in der Hauptsache nur aus dem Boden oder dem durch denselben gesickerten Wasser entnommen werden.

Zu erwähnen ist jedoch hierbei, daß die mineralischen Bestandtheile, worauf wir auch schon oben aufmerksam machten, nur in ge-

löster Form in die Pflanzen gelangen können, gleichgültig, ob die Lösung bloß durch Wasser bewerkstelligt, oder durch Kohlensäure und Humussäuren vermittelt ist. Daraus ergiebt sich weiter, daß nur die aus der Verwitterung der Gesteine herstammenden, oder die von außen zugeführten Salze ꝛc. — sei es, daß man diese geradezu aufgestreut hat, sei es, daß sie verwesenden Ueberresten angehören — bei dem Ernährungsprocesse mitwirken. — Jedoch darf hierbei nicht außer Acht gelassen werden, daß die Verwitterung von verwitterbaren Gesteinen nie aufhört, daß die Pflanzenwurzeln selbst unausgesetzt mitarbeiten, und daß es demnach unmöglich ist, eine ganz scharfe Grenze zu ziehen zwischen verwitterten und nichtverwitterten, aber der Verwitterung fähigen Gesteinen. —

Was die Form betrifft, in welcher die anorganischen Bestandtheile den Pflanzen am meisten zusagen, so wissen wir darüber noch sehr wenig. Einiges aber läßt sich mit Wahrscheinlichkeit erschließen; so werden die Salze am geeignetsten sein, deren Löslichkeit dem Bedürfnisse der Pflanze und den obwaltenden Umständen am meisten entspricht, — so werden diejenigen geeigneter sein, deren Base und Säure von der Pflanze verwendet werden kann, wie z. B. kohlensaure, kieselsaure, schwefelsaure, phosphorsaure Salze, als solche, bei welchen die Säure als unbrauchbar abgeschieden werden muß, z. B. Borsäure.

D. Wachsen der Pflanzen im Naturzustande.

§. 370.

Faßt man die Pflanzenwelt im natürlichen Zustande in's Auge, so sieht man, daß an manchen Orten nur diese, an anderen nur jene Pflanzen gedeihen; daß hier üppiges, dort kümmerliches Wachsthum sich zeigt. Man sieht ferner, daß die Pflanze, wenn sie sich bis zum höchsten Grade entwickelt hat, abstirbt, an dem Platze zusammensinkt, an dem sie gestanden hat, und den Processen der Verwesung und Fäulniß unterliegt. — Man sieht auf einem Boden, auf welchem eine Pflanzengeneration der anderen in ungestörtem Gange folgt, die späteren Generationen immer kräftiger und üppiger werden. (Man denke an die Urwälder und Steppen Amerika's). — Streut man endlich auf beliebige Bodenarten verschiedene Samen aus, so sieht man häufig, z. B. auf Sandboden, die Samen keimen und die Pflanzen wachsen; aber bis zu einem gewissen Punkte gekommen, sterben sie ab und tragen keine Samen.

Alle diese Erscheinungen erklären sich ohne Mühe aus dem früher Entwickelten, wenn wir noch folgende Sätze in's Auge fassen:

1. Jede Pflanzengattung und Art hat eine chemische Eigenthümlichkeit.
2. Jeder Pflanzentheil hat eine chemische Eigenthümlichkeit.

Diese chemische Eigenthümlichkeit liegt nicht nur in der Anordnung der Elemente, sondern auch in dem gegenseitigen quantitativen Verhältnisse der einzelnen Grundstoffe; sie macht sich daher sogleich bemerklich, wenn man verschiedene Pflanzen einerseits, oder verschiedene Theile von einer und derselben Pflanze andererseits der Elementaranalyse unterwirft.

Die Verschiedenartigkeit erstreckt sich auf alle Elemente, vorzugsweise aber auf gewisse, z. B. den Schwefel, den Stickstoff und namentlich auf die Aschenbestandtheile.

Ueber die Richtigkeit des ersten Satzes kann man nicht in Zweifel sein, wenn man die Analysen verschiedener Pflanzengattungen und Arten, namentlich die ihrer Asche, vergleicht, welche wir im zweiten Abschnitte der dritten Abtheilung mitgetheilt haben.

Zur Bekräftigung des zweiten Satzes erinnere ich an die ebendaselbst mitgetheilten Analysen der Theile einer und derselben Pflanze. Was kann in der That verschiedener sein, als die Zusammensetzung der Weizen- oder Roggen-Körner und des Weizen- oder Roggenstroh's ꝛc., namentlich wiederum in Betracht ihrer Aschenbestandtheile.

Wie aber kommt es, so höre ich fragen, daß auch eine und dieselbe Pflanzenart, von verschiedenen Standorten genommen, Asche von verschiedener Zusammensetzung liefert, wie z. B. oben die Betrachtung aller der Pflanzen lehrt, von denen mehrere Aschenanalysen gemacht sind, — wie verträgt sich diese Thatsache mit den ausgesprochenen Sätzen? —

Auf diese Frage erhält man genügende Antwort, wenn man, wie es Liebig zuerst gethan, die Resultate besagter Aschenanalysen genauer in's Auge faßt; man erkennt nämlich alsdann ohne Mühe, daß die gefundene Verschiedenartigkeit dadurch bedingt ist, daß die Alkalien und alkalischen Erden einander gegenseitig ersetzt haben. — In wie weit eine solche Ersetzung möglich ist, muß durch zahlreiche Versuche genauer erforscht werden; daß sie aber stattfindet, geht auch aus den bisherigen schon mit absoluter Gewißheit hervor. — Die Vertretung geschieht begreiflicher Weise im Verhältniß der Aequivalentzahlen, d. h. sofern Kali ersetzt wird durch Natron oder Kalk, so treten statt je 588,86 Gewichtstheilen Kali 387,17 Theile

Natron oder 350 Thle. Kalk ein. Da nun diese Aequivalente alle gleiche Mengen Sauerstoff enthalten, so muß natürlicher Weise die Sauerstoffmenge der in einer Pflanzenasche enthaltenen Basen, welche einander vertreten können, immer gleich sein. — Nehmen wir zu besserem Verständniß des Gesagten ein Beispiel zu Hülfe.

	Erbsen aus Gießen. (Will und Fresenius).		Erbsen aus Solz in Kurhessen. (Thon).	
		Sauerstoff		Sauerstoff
Kali	39,51	6,708	35,85	6,087
Natron	3,98	1,028	10,51	2,715
Kalk	5,91	1,688	2,75	0,785
Magnesia . . .	6,43	2,495	7,03	2,727
Eisenoxyd . . .	1,05		1,97	
Phosphorsäure . .	34,50		34,63	
Schwefelsäure . .	4,91		4,36	
Chlornatrium . .	3,71		2,60	
Kieselsäure . . .	—		0,30	
	100,00	11,919	10,00	12,314

Man sieht bei den Erbsen aus Solz ist ein Theil des Kalis und Kalks durch Natron vertreten, die Menge des Sauerstoffs aber ist so gut als gleich. — Wenn schon nun nicht alle ähnlichen Sauerstoffberechnungen eben so gut übereinstimmen, — was jedoch hauptsächlich darin begründet ist, daß man in den Pflanzenaschen die unorganischen Bestandtheile der Pflanzen in mannigfach veränderter Verbindungsweise antrifft, ferner, daß man darin nicht allein bereits verwendete, sondern auch solche findet, die erst verwendet werden sollten ꝛc. — so ist doch die Abweichung nie der Art, daß man an der Richtigkeit des Vertretungsgesetzes zweifeln müßte.

Kehren wir jetzt zur Betrachtung unserer oben angeführten Beobachtungen zurück, so ergiebt sich die Erklärung der Erscheinungen ohne Mühe.

Die Ursache, daß an dem Orte nur die, an jenem nur eine andere Pflanze gedeiht, finden wir, abgesehen von den physikalischen Verhältnissen, welche dabei eine höchst wichtige Rolle spielen, darin, daß der Boden an jedem Orte eine andere Zusammensetzung hat, daher bald nur der einen, bald uur der andern Pflanzenart die ihr nöthigen Bestandtheile in genügender Menge liefern kann. — Ebenso wird, unter gleichen physikalischen Verhältnissen und bei gleichem

Feuchtigkeitszustande, reichlichere Nahrung und ein der Pflanze zusagendes Verhältniß zwischen den einzelnen Nahrungsstoffen üppigeres Wachsthum hervorrufen, als kärgliche Nahrung oder solche, in welcher das Verhältniß der Bestandtheile minder richtig ist. — Daß die Ueppigkeit des Wachsthums auf unbeerntetem Boden zunimmt, ergiebt sich leicht aus dem Umstande, daß die in einer Pflanzengeneration enthaltenen Bestandtheile, wenn die Pflanzen vermodern, den Boden mehr und mehr bereichern an den Stoffen, welche zur Ernährung neuer Geschlechter erforderlich sind, während die durch die atmosphärischen Einflüsse bedingte Aufschließung des unverwitterten Gesteins nebenbei ungestört ihren Verlauf nimmt. — Untersuchte man einen im Naturzustande mit Pflanzen bewachsenen Boden jetzt und nach 100 Jahren, man würde ihn sehr bereichert finden an Kohlenstoff und Stickstoff enthaltenden Substanzen, an Alkalien, kieselsauren und phosphorsauren Salzen im aufgeschlossenen Zustande ꝛc.

Die Ursache endlich, weshalb Samen zuweilen auf einem gewissen Boden keimen, und weshalb die Pflanzen sich bis zu einem gewissen Grade entwickeln können, ohne doch die Möglichkeit zu haben, vollkommene Samen zu tragen, ersieht man ebenfalls sogleich, wenn man die Verschiedenartigkeit der Aschenbestandtheile des Halms oder Krauts und des Samens in Betracht zieht. — Uebrigens ist das Streben der Pflanzen nach Fortentwicklung, und Fortpflanzung ihrer Art so mächtig, daß man öfters die Pflanzen Samen, wenn auch nur wenige, tragen sieht, auch unter ganz ungünstigen Verhältnissen. Reicht die Menge der im Boden vorhandenen Bestandtheile nicht aus, so sterben daher meistens die unteren Blätter ab, und liefern ihre Bestandtheile zur Samenbildung.

E. Wachsen der Pflanzen im Culturzustande.

§. 371.

Wenn wir Getreide oder Rüben, Kartoffeln, Raps oder Hanf bauen, wenn wir Wald- oder Wiesenbau treiben, so ist unser Zweck nicht erreicht, wenn die Pflanzen wachsen und zur Vollendung kommen, dann aber absterben und vermodern, sondern wir bezwecken, sie zu verwenden zur Speise oder zur Nahrung des Viehs, zur Darstellung von Oel oder Gespinnsten, zur Heizung ꝛc. Zur Erreichung dieser Zwecke aber müssen wir die zu verwendenden Pflanzen oder Pflanzentheile vom Acker oder aus dem Walde wegnehmen. —

Sofern man nun einem Acker eine Ernte nach der andern

entzieht, so sieht man in der Regel gar bald, daß die Ernten immer weniger ergiebig werden, und zwar ist dies meistens dann am augenfälligsten, wenn man immer eine und dieselbe Pflanze auf dem nämlichen Boden baut, während die Erschöpfung des Bodens minder schnell eintritt, wenn man mit den Pflanzenarten wechselt. —

Auch diese Erscheinungen lassen sich auf ungezwungene Weise aus dem bereits Erwähnten erklären; denn wenn man einem Boden fortwährend Salze ꝛc. entzieht, ohne ihm das Entzogene zu ersetzen, so wird er in der Regel bald aufhören nahrungskräftig zu sein, da die fortschreitende Aufschließung der unverwitterten Gesteine den Abgang meistens nicht zu decken vermag. — Die Erschöpfung an den aufgeschlossenen mineralischen Bestandtheilen aber muß begreiflicher Weise dann am frühesten eintreten, wenn immer dieselben Bestandtheile in gleichbleibendem gegenseitigem Verhältniß entzogen werden, d. i. wenn stets eine und dieselbe Pflanzenspecies gebaut wird, — weniger schnell hingegen, wenn man mit den Pflanzen-Arten oder Familien wechselt.

Die Mittel, welche in der Landwirthschaft angewendet werden, um für den Verbrauch Ersatz zu schaffen, sind hauptsächlich folgende:

1. Mechanische Bearbeitung des Bodens;
2. Brache;
3. Düngung;

und das Mittel, welches man gebraucht, um die Erschöpfung möglichst lange hinauszuschieben und die im Boden vorhandenen aufgeschlossenen Bestandtheile nach Möglichkeit zu benutzen, ist

die Wechselwirthschaft.

Die Betrachtung dieser Operationen ist ein Hauptgegenstand der Landwirthschaft; wir berühren daher hier nur die rein chemische Seite derselben.

Bei der Forstcultur lassen sich solche Mittel nicht wohl anwenden. In der Regel begnügt man sich, dafür zu sorgen, daß dem Boden nichts genommen wird, was ihm nützen kann (Blätter ꝛc.), und überläßt dem fortschreitenden Aufschließungsprocesse die Zufuhr neuer Nahrungsstoffe.

I. Die mechanische Bearbeitung des Feldes.

§. 372.

Die Bearbeitung des Feldes bewirkt zunächst Auflockerung des Bodens und mechanische Zertheilung der Schollen. — Indem aber dadurch dem Wasser und der Luft das Eindringen erleichtert und

eine größere Oberfläche, auf welche sie wirken können, dargeboten wird, — indem die Veränderungen der Temperatur bis in größere Tiefe ihre Wirksamkeit äußern, — indem der Verwesungsproceß der vegetabilischen und animalischen Ueberreste beschleunigt und hierdurch die Bildung von Kohlensäure, Salpetersäure und Humussäuren begünstigt wird, werden alle Bedingungen hergestellt, welche zur Verwitterung und Aufschließung der unverwitterten Bodenbestandtheile vorzüglich beitragen.

Abgesehen von dieser einen Wirkung, wird aber durch die Bearbeitung des Bodens auch noch eine gleichförmige Mengung der mehr oder minder erschöpften Schichten der Ackerkrume, oder unter manchen Umständen ein Heraufbringen des Untergrundes bewirkt, ferner den Pflanzenwurzeln eine leichtere und ausgedehntere Verbreitung gesichert, und endlich werden vorhandene Unkräuter zerstört.

II. Die Brache.

§. 373.

Die Brache, im eigentlichen Sinne des Wortes, ist, von chemischem Gesichtspunkte aus betrachtet, der Zwischenraum, in welchem man den Boden verwittern läßt, ohne ihm etwas zu entziehen.

Man ist darüber verschiedener Meinung, ob es nützlicher sei, den Boden während der Brache häufig zu bearbeiten, oder ob es mehr Vortheil bringe, das Wachsthum der Unkräuter nicht zu stören, oder den Brachacker sogar zu besäen (mit Lupinen, Esparsette ꝛc.) und nur zuletzt das Gewachsene wieder unterzupflügen. —

Hier wie bei fast allen ähnlichen streitigen Punkten der Landwirthschaft liegt die Unmöglichkeit auf der Hand, die Frage mit Ja oder mit Nein beantworten zu können; denn durch beide Behandlungsarten des Brachfeldes erreicht man völlig verschiedene Zwecke, von denen bald der eine, bald der andere der erwünschteste ist.

Durch häufige Bearbeitung nämlich wird der Boden, sofern er noch aufschließbare Mineralien enthält, vorzugsweise bereichert an verwendbaren Aschenbestandtheilen, weil dadurch die Verwitterung begünstigt wird, — durch den Krautwuchs hingegen und das Unterpflügen des Gewachsenen (Gründüngung) bereichert man ihn vorzüglich an Kohlenstoff und Stickstoff enthaltenden Materien, weil man das Krautwerk, welches seinen Kohlenstoff und Stickstoff hauptsächlich der Atmosphäre verdankt, dem Boden einverleibt.

Keinen Nutzen (wenigstens in jener Beziehung) kann die Brache

gewähren, wenn keine aufschließbaren Bestandtheile mehr im Boden vorhanden sind.

Was die sogenannten Brachfrüchte anbelangt, so wird das sie Betreffende bei der Wechselwirthschaft Erwähnung finden.

III. Die Düngung.

§. 374.

Die Landwirthschaft erstrebt bei ihren Culturpflanzen meist einen abnorm gesteigerten Zustand des Wachsthums, und zwar bezweckt sie bald eine abnorm gesteigerte Samenbildung (Getreide-, Oel-Pflanzen), bald eine vorwaltende Blattbildung (Klee, Kraut), bald Stengelbildung (Hanf, Lein), bald Wurzelbildung (Kartoffeln, Rüben) ꝛc.

Um ein derartiges abnormes Wachsthum zu veranlassen, um also den Zwecken des Landwirthes zu genügen, muß der Boden eine gewisse Beschaffenheit und einen gewissen Reichthum an Nahrungsstoffen haben. —

Hat der Boden diese Beschaffenheit, diesen Reichthum nicht, so muß der Landwirth ihn herzustellen bestrebt sein, das heißt, er muß alles Fehlende zuführen. — Jede Zufuhr von außen, die man einem Boden giebt, heißt Dünger. —

Um einen Boden rationell und mit Hoffnung auf günstigen Erfolg düngen zu können, müssen, wie sich aus dem Vorhergehenden ergiebt, vier Punkte bekannt sein:

a. das Bedürfniß der Pflanze, die man bauen will, in Hinsicht auf Nahrungsstoffe;
b. das Bedürfniß der Pflanze in Hinsicht auf physikalische Bodenbeschaffenheit;
c. der Gehalt des Bodens an den der Pflanze nöthigen Bestandtheilen;
d. die Bestandtheile des Düngers.

Jede Düngung, die ohne Rücksichtnahme auf diese Punkte unternommen wird, verdient mehr oder minder den Namen einer unrationellen im Sinne der Wissenschaft.

a. Das Bedürfniß der Pflanze in Hinsicht auf Nahrungsstoffe.

§. 375.

Hier sind wieder vier Fragen zu entscheiden:

1) Welche Aschenbestandtheile bedarf die Pflanze?

2) Wieviel Aschenbestandtheile bedarf die Pflanze?
3) Kann dieselbe in Hinsicht auf den ihr nöthigen Stickstoff bloß auf die Luft angewiesen werden?
4) Kann dieselbe in Hinsicht auf den ihr nöthigen Kohlenstoff bloß auf die Luft angewiesen werden?

Die erste und zweite von diesen vier Fragen haben die Chemiker durch Untersuchung der Aschen und Aschenmengen fast sämmtlicher Culturgewächse bereits großentheils beantwortet. Diese Arbeiten werden jedoch noch eine geraume Zeit fortgesetzt und auf dieselben Pflanzenspecies, entnommen den verschiedenartigsten Standörtern, ausgedehnt werden müssen, um zu völliger Gewißheit zu gelangen. Die Gewinnung möglichst richtiger Durchschnittszahlen, wie wir sie aus den meisten der bis jetzt bekannt gewordenen Analysen im zweiten Abschnitt der Abtheilung III. zu berechnen begonnen haben, ist also in dieser Hinsicht das zu erstrebende Ziel.

Die Beantwortung der beiden anderen Fragen liegt offenbar den praktischen Landwirthen oder vielleicht noch mehr den Pflanzenphysiologen ob. Sie kann nicht durch Analyse der Pflanzen, sondern nur durch Versuche in Betreff des Wachsthums und Ertrages derselben entschieden werden, unter völlig bekannten und sorgfältig hergestellten Bedingungen. Ich glaube, daß diese Fragen bis jetzt noch nicht in Betreff einer einzigen Culturpflanze als völlig entschieden zu betrachten sind.

Mit diesen Fragen fallen die folgenden, dem praktischen Landwirthe näher liegenden und leichter zu beantwortenden:

Ist bei gleichem Reichthum des Bodens an den nöthigen unorganischen Salzen Zufuhr von verwesenden Pflanzenstoffen, von Thierstoffen oder Ammonsalzen von wesentlichem Einfluß auf den Ertrag, und lohnt etwaiger Mehrertrag den gemachten Aufwand?

nicht ganz zusammen; denn die verwesenden Pflanzen- und Thierstoffe und die Ammonsalze, sofern sie überhaupt günstig wirken, müssen ja diese günstige Wirkung nicht gerade dadurch ausüben, daß sie Kohlenstoff und Stickstoff liefern, da sie gar mannigfache physikalische und chemische Wirkungen hervorbringen; so vermitteln die verwesenden Stoffe namentlich auch die Aufschließung und Lösung nichtlöslicher oder schwerlöslicher Bodenbestandtheile; und selbst die Wirkung der Ammonsalze könnte so erklärt werden, da man weiß, daß sie zur Lösung in Wasser unlöslicher Salze viel beitragen, daß sie unter gleichzeitigem Einflusse kohlensaurer Alkalien oder alkalischer Erden, verwesender Materien und Luft salpetersaure Salze liefern ꝛc.

Denken wir uns die eben berührten Fragen alle beantwortet, so wird man alsdann folgendermaßen sprechen können:

Ich weiß, daß die Pflanze A die oder jene Salze in der oder jener Menge und in dem oder jenem Verhältnisse braucht. — Ich weiß, daß sie allen Kohlenstoff und Stickstoff, unbeschadet des Ertrages, aus der Luft nehmen kann. — Ich werde also auf eine günstige Ernte hoffen können, auch wenn der Boden letztere nicht enthält, sofern ich sorge, daß die nothwendigen Salze in einer Form vorhanden sind, in welcher sie schon durch Wasser oder ganz schwach kohlensäurehaltiges Wasser gelöst werden. Kann ich jedoch dafür nicht sorgen, so muß ich dem Boden Pflanzenüberreste oder dergl. einverleiben und so darin eine Quelle von Kohlensäure schaffen, damit die im Boden enthaltenen, in Wasser unlöslichen Bestandtheile den Pflanzen zugeführt werden. —

Ferner: ich weiß, daß eine Pflanze B zwar wachsen kann, wenn sie die nothwendigen Aschenbestandtheile in geeigneter Form im Boden findet, daß ihr Ertrag aber erhöht wird, wenn ich ihr Stickstoff und Kohlenstoff im Boden zuführe. — Diese Zufuhr kostet so und so viel, der Mehrertrag beträgt im Durchschnitte so viel, also ist es zweckmäßig (oder unzweckmäßig), meinem Boden, von dem ich weiß, daß er die nöthigen Salze in geeigneter Form enthält, auch noch Pflanzenüberreste, Thierstoffe oder Ammonsalze zuzuführen u. s. w.

b. Das Bedürfniß der Pflanze in Hinsicht auf physikalische Bodenbeschaffenheit.

§. 376.

Ich überlasse es den Landwirthen, zu entscheiden, ob diese Frage als von der Praxis vollständig beantwortet zu betrachten ist. Für viele Fälle dürfte dies wohl der Fall sein; wie denn überhaupt alle physikalischen Verhältnisse des Landbaues weit umfassender erforscht sind, als die mindestens eben so wichtigen chemischen, welche man eine gar lange Zeit hindurch zum großen Nachtheil der Sache entweder gar nicht oder wenigstens nicht hinlänglich würdigte. —

c. Der Gehalt des Bodens an den der Pflanze nöthigen Bestandtheilen.

§. 377.

Jeder Boden besteht, wie sich aus dem oben §. 354—§. 361 Gesagten ergiebt, abgesehen von organischen Ueberresten, aus Bestandtheilen von dreierlei Art:

1. aufgeschlossenen,

2. aufschließbaren,
3. nicht aufschließbaren.

Die ersteren kommen der Vegetation unmittelbar zu gut, die unter 2. genannten sind als Vorrath für spätere Zeit zu betrachten, die letzten endlich sind nur die Träger der anderen, für die eigentliche Ernährung aber unwirksam.

Einen Boden kennt man also keineswegs hinlänglich, wie oft gemeint wird, wenn man alle Bestandtheile weiß, die er enthält, sondern nur dann, wenn man auch den Löslichkeitszustand kennt, in welchem sie darin enthalten sind. Ich glaubte auf diesen bereits oben berührten Gegenstand an diesem Orte nochmals aufmerksam machen zu müssen.

Um den Boden kennen zu lernen, kann man drei verschiedene Mittel wählen:

I. die mineralogische Prüfung;
II. die Beobachtung der Unkräuter, die er hervorbringt;
III. die chemische Untersuchung.

Das erste Mittel stützt sich darauf, daß, wenn man die Mineralien und Felsarten kennt, aus denen der Boden entstanden ist, in Hinsicht auf Bestandtheile und Verwitterbarkeit, man unter Zuziehung gewisser äußerer Kennzeichen einigermaßen auf die Bestandtheile des Bodens schließen kann. — Es ist das von den Landwirthen in der Regel allein angewendete.

Auf das zweite Mittel, schon von Sprengel und anderen Landwirthen vorgeschlagen, hat Liebig neuerdings hingewiesen. — Es stützt sich auf die Kenntniß der den verschiedenen Unkräutern nöthigen Bodenbestandtheile (welche — was die unverbrennlichen betrifft — zum Theil von den Chemikern bereits festgestellt sind, vergl. den zweiten Abschnitt der Abth. III.), und den Schluß, daß die oder jene Unkräuter nur da üppig wuchern werden, wo sie diese Bestandtheile in Fülle finden.

Das dritte Mittel, die chemische Untersuchung, ist selbstständig und überwiegt die beiden vorhergehenden an Genauigkeit bei weitem. — Seine Anwendung erfordert jedoch einen gewissen Aufwand an Zeit und Mühe, und Kenntnisse, welche gegenwärtig die meisten Landwirthe noch nicht haben. Diese Umstände stehen seinem Gebrauche im Wege. Es muß sich jedoch bald herausstellen, ob die auf derartige chemische Untersuchungen verwendete Zeit durch entsprechende Erfolge sich lohnt. (Die Art der Ausführung einer Bodenanalyse siehe Abth. V.)

d. Die Bestandtheile des Düngers.

§. 378.

Alle Substanzen, welche als Dünger verwendet werden, kann man je nach ihrem Ursprunge in zwei Klassen bringen:

I. Dünger unorganischen Ursprungs.

Alle Düngerarten unorganischen Ursprungs sind entweder:

a. chemische Verbindungen, oder

b. Gemenge.

Bei chemischen Verbindungen, z. B. Kochsalz, Glaubersalz, Gyps, Salmiak, phosphorsaurem Kalk, kohlensaurem Kalk ꝛc. giebt die chemische Kenntniß derselben unmittelbaren Aufschluß über ihre Bestandtheile. — Anders ist dies bei Gemengen, z. B. Mergel, Salinenrückständen, Pflanzenaschen, Bodenarten ꝛc. — Bei diesen können nur chemische Analysen über die Bestandtheile belehren. In den meisten Fällen jedoch kann man bereits vorhandene Analysen den Düngerberechnungen zu Grunde legen; so sind z. B. die Salinenrückstände verschiedener Salinen, die Mergelarten von verschiedenem Vorkommen, die Aschen verschiedener Hölzer, bereits ihrer Zusammensetzung nach hinlänglich bekannt.

II. Dünger organischen Ursprungs.

Unter den Düngerarten organischen Ursprungs spielen die Excremente und der Harn der Menschen und Thiere — die letzterer meist mit Stroh oder dergl. gemengt — eine besonders wichtige Rolle; außerdem wendet man Knochenmehl, Guano, Blätter ꝛc. an.

Alle diese Körper sind mehrfach chemisch untersucht und daher im Allgemeinen ihren Bestandtheilen nach bekannt. Um jedoch den Werth, welchen die einmal oder auch mehrfach gemachten Analysen der Excremente, des Urins ꝛc. haben, richtig zu würdigen, müssen wir uns daran erinnern, was Excremente und Urin sind. Die ersteren sind, wie wir früher bereits gesehen haben, die nicht aufgenommenen Ueberreste der genossenen Nahrung, vermischt mit zersetzter Galle ꝛc., der Urin hingegen enthält die bei dem Lebensprocesse abgeschiedenen, nicht weiter verwendbaren Zersetzungsprodukte der Organe. Es ergiebt sich daraus mit Gewißheit, daß die Zusammensetzung dieser Substanzen eine verschiedene sein müsse, je nach der Nahrung, welche die Menschen oder Thiere genossen haben; denn der Thierkörper kann ja Elemente weder schaffen noch verwandeln,

er giebt nur wieder, was er überhaupt nicht oder nicht mehr brauchen kann. — Pferde, welche viel Hafer fressen, müssen also z. B. einen ganz andern Dünger liefern, als solche, welche bloß Heu fressen. — Es wäre jedoch zu viel verlangt, wenn jeder Dünger vor seiner Anwendung erst analysirt werden sollte; ich halte nur dafür, daß man auf das Erwähnte die nöthige Rücksicht nimmt. Bei dem Stalldünger kommen außer den Bestandtheilen der Excremente und des Urins die der Streu in wesentlichen Betracht.

Da wir die Zusammensetzung der constituirenden Theile des Abtritt- und Stalldüngers, nämlich des Harns und der Excremente des Menschen und der wichtigsten landwirthschaftlichen Thiere, ferner der zur Streu verwendbaren Materialien, oben (Absch. 2 u. 4 der Abth. III.) ausführlich mitgetheilt haben und das gegenseitige Verhältniß dieser nächsten Bestandtheile ein wechselndes und von ganz zufälligen Umständen abhängiges ist, so wäre es vollkommen überflüssig, die Resultate ausgeführter Düngeruntersuchungen mittheilen zu wollen, da sich aus diesen noch weniger auf die Zusammensetzung anderer Düngerarten schließen läßt, als aus den eben besprochenen Grundlagen.

Nur von dem Guano sei hier noch Einiges bemerkt.

Der Guano, welcher in mehr oder minder bedeutenden Lagern, die oft eine Mächtigkeit von 50 bis 60 Fuß besitzen, auf vielen felsigen Inseln der Südsee vorkommt, daselbst gegraben, verschifft und in den Handel gebracht wird, bildet sich durch die Anhäufung der Excremente von Seevögeln, welche namentlich während der Brütezeit jene Inseln in unzähliger Menge besuchen. — Er ist um so besser, je weniger er durch Regen oder Meerwasser ausgelaugt ist. — Die Zusammensetzung einiger Sorten ergiebt sich aus folgender Uebersicht.

	Guano			
	von Liverpool bezogen (Bartels)	von Lima (Völkel)	von Peru (Winkler)	braungelber Guano (Dellacher)
Salmiak	6,50	4,2	7,0	2,25
Kleesaures Ammon	13,35	10,6	20,7	17,73
Harnsaures Ammon	3,24	9,0	—	12,20
Harnsäurehydrat	—	—	6,4	
Phosphorsaures Ammon	6,25	6,0	6,5	6,90
Wachsähnlicher Stoff	0,60	—	—	0,75
Stickstoffhaltiger Stoff in Kali löslich	—	—	3,4	
Fett	—	—	1,6	
Schwefelsaures Kali	4,23	5,5	4,9	4,00
» Natron	1,20	3,8	—	4,92
Phosphorsaures Natron	5,29	—	—	
Phosphorsaure Ammon-Magnesia	4,19	2,6	—	11,63
Phosphorsaurer Kalk	9,94	14,3	9,4	20,16
Kleesaurer Kalk	16,36	7,0	9,0	1,30
Kochsalz	0,10	—	—	0,40
Thonerde	0,10	—	—	
Humussaures Ammon	—	—	—	1,06
Kohlensaurer Kalk	—	—	—	1,65
Kohlensaures Ammon			—	0,80
Unbestimmte organische Stoffe	22,72	32,3	—	8,26
Wasser				4,31
In Salpetersäure unlöslicher Rückstand	5,80	4,7	30,9	1,68
	99,87	100,0	99,8	100,00

Die angeführten analytischen Resultate werden genügen zum Beweise, daß die Zusammensetzung verschiedener Guanosorten, wenn auch im Allgemeinen übereinstimmend, doch im Einzelnen oft bedeutend abweichen; sie werden demnach zu der Ueberzeugung führen, daß eine Sorte anders wirken müsse als eine zweite oder dritte. Der im Handel vorkommende Guano ist außerdem oft absichtlich verfälscht; über den Werth des Guano's kann daher wiederum nur eine Analyse entscheiden.

Ich kann diesen Gegenstand nicht verlassen, ohne darauf aufmerksam zu machen, daß wir, wenn wir den Guano dem Festlande wieder zuführen und dem Boden einverleiben, dazu beitragen, die Pflanzennahrungsstoffe wieder in die Bahn zu bringen, welche sie

durchlaufen haben. Die ausgelaugten Salze unserer Felder fließen nämlich in Quellen, Bächen und Flüssen dem Meere zu; sie häufen sich daselbst an, dienen zunächst zur Bildung von Seegewächsen, mittelbar zur Hervorbringung von Conchylien, Fischen ꝛc. Diese dienen den Vögeln zur Nahrung. In ihrem Kothe setzen letztere das Unbrauchbare und Verbrauchte ab. Wenn wir diesen sammeln und wieder der Erde einverleiben, so ist der Kreislauf der Stoffe vollendet.

Man hat häufig versucht, die verschiedenen Düngerarten organischen Ursprungs nach ihrem Wirkungswerthe zu ordnen und ihre relative Kraft durch Zahlen auszudrücken. Alle diese Versuche müssen dem klar und unpartheiisch Beurtheilenden als völlig fruchtlos erscheinen; denn im Dünger organischen Ursprungs werden dem Boden die verschiedenartigsten Dinge zugeführt, und zwar vornämlich:

1) Feuerbeständige Salze in aufgeschlossenem Zustande, und zwar dieselben, welche in den Pflanzen oder überhaupt der Nahrung enthalten waren, welche die Menschen oder das Vieh genossen haben, mit Ausnahme von denen, die zur Knochenbildung ꝛc. verwendet worden sind.

2) Stickstoffhaltige Salze (Ammonsalze und salpetersaure Salze) und stickstoffhaltige Materien, welche allmälig solche liefern.

3) Kohlenstoffhaltige verwesende Materien.

Da nun bei der Vegetation der mit solchem Dünger gedüngten Pflanzen die Körper dieser drei Abtheilungen in Betracht kommen, so liegt die Unmöglichkeit auf der Hand, den relativen Werth derselben aus der Menge *eines* Bestandtheiles, z. B. des Stickstoffes, oder der Phosphorsäure, oder der Alkalien, bestimmen zu wollen. Abgesehen davon aber sind: Pferde- und Kuhmist, Menschenexcremente ꝛc. keine bestimmten Begriffe, wie bereits oben erwähnt.

Eben so unmöglich scheint es mir, ein für allemal festzustellen, wie weit man die Fäulniß des Düngers solle fortschreiten lassen, ehe man ihn verwendet. Es hängt dies offenbar ganz davon ab, welche Zwecke man vorzugsweise mit dem Dünger erreichen will, — ob man den Boden auflockern, erwärmen, mit Salzen, Stickstoff oder Kohlenstoff enthaltenden Materien versehen will ꝛc., — und ferner davon, ob die Gewächse nicht darunter leiden, wenn sie mit faulenden Substanzen in Berührung sind. Beim Faulen und Verwesen des Mistes vermindern sich die unorganischen Salze nicht, wenn man sorgt, daß die Jauche nicht wegfließt, dagegen entweicht Kohlenstoff und Stickstoff unaufhörlich in Form von Kohlensäure, kohlensaurem Ammon ꝛc. Genauer sind die chemischen Vorgänge und die vorübergehend auftretenden Produkte der Fäulniß des Mistes nicht untersucht.

Anhang zur Lehre von der Düngung.

Düngungsversuche.

§. 379.

Seit langer Zeit ist unter den Landwirthen das Streben rege, den Stalldünger theilweise oder ganz durch andere düngende Substanzen zu ersetzen. Es kann dies keinen anderen Grund haben, als daß die alleinige Anwendung desselben eben doch viele Unsicherheit im Erfolge oder pecuniäre Nachtheile mit sich führt. Daß ersteres der Fall sein müsse, erhellt sogleich, wenn man das zuvor in Betreff rationeller Düngung Gesagte berücksichtigt, und daß das letztere wahr sei, ergiebt sich, wenn man in's Auge faßt, wie große Theile eines Gutes mit Futterkräutern beflanzt werden müssen, auch bei der Viehzucht ungünstigen Verhältnissen, bloß und allein um den für die Getreidefelder ꝛc. nöthigen Dünger zu bereiten; und ferner, daß bei Düngung mit animalischem Dünger dem Boden mit den nothwendigen sicher auch viele überflüssigen Bestandtheile zugeführt werden, welche letzteren demnach verschwendet sind.

Die meisten Düngungsversuche jedoch, welche bisher von Seiten der Landwirthe ausgeführt wurden, z. B. Zufuhr von Knochenmehl, von Guano, Düngung der Kartoffeln mit Lumpen, Zufuhr von einem oder dem anderen Salze, als: schwefelsaurem Ammon, Salmiak, kohlensaurem Ammon, Kochsalz, Soda, Asche, schwefelsaurem Kali, Salpeter, salpetersaurem Natron, Gyps ꝛc. ꝛc. müssen, wenn dieselben, wie dies in der Regel der Fall ist, ohne alle und jede, oder ohne umfassende Berücksichtigung der oben angeführten Punkte unternommen werden, als entschieden einseitig, somit von unsicherem Erfolge und höchst unbedeutendem Einflusse auf die Förderung der Landwirthschaft betrachtet werden.

Wie kann dem Verdurstenden Brod oder dem Verhungernden Wasser nützen? Wie kann dem Boden Knochenmehl nützen, wenn er an aufgeschlossenen kieselsauren Salzen oder an Alkalien Mangel leidet; wie kann ihm Kochsalz nützen, wenn er phosphorsaure Salze braucht?

Will man überhaupt an dem Düngungsverfahren etwas ändern, so geschehe es in einer Weise, die dem menschlichen Geiste Ehre macht und den Fortschritten entspricht, welche die Naturwissenschaften in Bezug auf erhaltene Resultate und auf Methode der Forschung gemacht haben; denn im anderen Falle steht zu fürchten, daß bei vielen Vertretern und Freunden der Landwirthschaft der mächtigste Hebel des Fortschritts — der durchdachte und besonnene Versuch —

noch ferner in dem Mißcredit bleibe, in welchen er durch einseitiges und blindes Experimentiren Einzelner gekommen ist.

Für rationelle Abänderung der gewöhnlichen Düngungsarten stehen hauptsächlich zwei verschiedene Wege offen:

1) Verbesserung der Düngerbehandlung und Vermengung des Stall- oder Abtritts-Düngers mit den ihm etwa fehlenden Bestandtheilen;
2) Vollständiger oder theilweiser Ersatz des Excrementendüngers durch Salze und andere düngende Substanzen.

Beide Wege sind bereits betreten und stellen der Landwirthschaft schöne Erfolge in Aussicht, wenn das Fortschreiten unter stetem Hinblick auf die oben angeführten Punkte und ohne vorgefaßte Meinung, ruhig und besonnen unternommen wird.

In ersterer Hinsicht verdienen vor Allem die besseren Auffammlungs- und Behandlungsweisen der Excremente hervorgehoben zu werden, welche jedem Verluste durch Abfließen oder Verdunsten nach Möglichkeit vorbeugen und die Fäulniß und Verwesung des Düngers bis zu dem Grade fortschreiten lassen, welcher sich unter den oder jenen Verhältnissen als der geeignetste erwiesen hat; hierher gehört der in neuerer Zeit in Aufnahme gekommene Gebrauch, die Mistjauche mit Schwefelsäure ganz oder zum Theil zu sättigen *), Eisenvitriol **) oder Gyps ***) zuzumischen, wodurch die Verflüchtigung des kohlensauren Ammons, Schwefelammoniums ꝛc. verhindert wird; hier verdienen ferner die sogenannten Poudrettefabriken Erwähnung, welche bei Anfertigung ihrer Düngerarten, wie versichert wird, ganz nach den als richtig erkannten Principien verfahren.

Als Zusatz zu Stalldünger und Excrementen werden, je nachdem es an Alkalien, Kalk, aufgeschlossener Kieselsäure, phosphorsauren Salzen, schwefelsauren Salzen ꝛc. fehlt, am besten zu verwenden sein: Holzasche, Kochsalz, kohlensaurer Kalk, Mergel, Wasserglas, Knochenmehl, Gyps ꝛc.

Bei Anwendung solcher Substanzen hat man vor Allem darauf zu achten, daß man ein gewisses Maaß nicht überschreite; dies ist namentlich bei den leichter löslichen Substanzen wichtig, denn selbst

---

*) Sättigt man Mistjauche ganz mit Schwefelsäure, so erhält man alles Ammon in Form von schwefelsaurem Ammon; — sättigt man hingegen nur halb, so erhält man schwefelsaures und saures kohlensaures Ammon, welches letztere ebenfalls bei Sonnenwärme so gut wie nicht flüchtig ist.

**) Die durch Eisenvitriol eintretende Zersetzung siehe oben §. 132 und §. 136.

***) Schwefelsaurer Kalk und kohlensaures Ammon giebt kohlensauren Kalk und schwefelsaures Ammon.

solche, welche, in ganz geringer Menge angewendet, sehr geeignete Nahrungsstoffe für die Pflanzen abgeben können, wirken, in größeren Mengen zugeführt, schädlich. Viele Substanzen sind aber für die Pflanzen auch schon in ganz geringer Menge nachtheilig und daher als eigentliche Pflanzengifte zu betrachten. Von den verbreiteteren Substanzen verdienen hier folgende erwähnt zu werden: Arsenige Säure (in der Nähe von Arsenikhütten, Blaufarbewerken), salzsaures Gas (in der Nähe von Sodafabriken bei manchen Fabrikationsmethoden), schweflige Säure, schwefelsaure Thonerde, schwefelsaures Eisenoxyd (in der Nähe von Alaunwerken ꝛc.), Eisenoxydulsalze (aus der Oxydation des Schwefelkieses anfänglich hervorgehend) ꝛc. Aber auch bei manchen solcher Substanzen kommt viel auf den Boden an; so wird auf kalkhaltigem Boden schwefelsaures Eisenoxyd gar nicht oder weniger schaden, als auf kalkfreiem oder kalkarmem, weil das genannte Salz sich mit kohlensaurem Kalke umsetzt unter Bildung von Gyps (der unter Umständen — wenn die zu erzeugende Pflanze welchen braucht — sehr nützlich werden kann) und unschädlichem — weil unlöslichem — Eisenoxydhydrat.

In letzterer Hinsicht verdienen die seit zwei Jahren von Liebig in den Handel gebrachten, nur aus unorganischen Salzen bestehenden Düngerarten Erwähnung, ferner die Versuche, welche hier auf dem dem nassauischen landwirthschaftlichen Vereine gehörenden Hofe Geisberg bei Wiesbaden unter meiner Leitung angefangen worden sind ꝛc. Diese letzteren haben zum Zwecke, die Frage zu entscheiden:

> Ob eine gewisse Anzahl von Culturpflanzen bei alleiniger Zufuhr der nöthigen Aschenbestandtheile und einem geringen Gehalt des Bodens an Humus (wie er eben sich findet, wenn die Stoppeln, Wurzeln ꝛc. der vorhergegangenen Vegetation untergepflügt werden) einen gleichen, geringeren oder höheren Ertrag liefern, als bei Düngung mit Stalldünger nach allgemein üblicher Weise, und zwar erstens ohne Wechsel, zweitens mit Wechsel. Sie sind also nicht in der Absicht angestellt, vortheilhafte Düngungsmittel aufzufinden, sondern zunächst in der: zu erforschen, welchen Bestandtheilen im Dünger die Wirkung desselben vorzugsweise zuzuschreiben sei.

Die chemisch gedüngten Felder erhielten am Anfange die fünffache Menge der Salze, welche eine Ernte durchschnittlich dem Boden entzieht; in der Folge erhielten und erhalten sie die einfache. Die Düngerarten sind zusammengesetzt aus Buchenholzasche, gebrannten Knochen, Gyps, Soda oder Kochsalz und gebranntem, zerfallenem Kalke, und zwar dienten bei ihrer Mischung die Analysen der Aschen der zu düngenden Pflanzen als Recepte, und bei ihrer An-

wendung die Aschenmengen, welche man von den Pflanzen durchschnittlich erhält, als Norm für die zu verwendenden Mengen (vergl. landwirthschaftl. Wochenbl. für Nassau, 1846, S. 415 u. f.).

Soweit sich bis jetzt, im zweiten Jahre, beurtheilen läßt, gaben bei den ohne alle vorgefaßte Meinung angestellten Versuchen die chemischen Abtheilungen ohne Ausnahme einen günstigeren Ertrag nach Quantität und Qualität, wie aus folgender Uebersicht der Ernteergebnisse des Jahres 1847 zu ersehen ist *).

1) Je 75 Quadratmeter, gleich drei Quadratruthen Nassauischen Maßes, gaben lufttrockene Substanzen in Kilogrammen (1 Kilogramm = 2 Pfund Nassauisch).

	Mit Salzen gedüngt:			Mit Stalldünger gedüngt:		
	Körner	Stroh	Spreu	Körner	Stroh	Spreu
Talaveraweizen ohne Wechsel .	18,38	35,5	5	13,88	31	3,25
Talaveraweizen im Wechsel . .	14,88	31,5	3,25	12,88	28	3,125
Sommergerste ohne Wechsel . .	15,75	16,5	3,5	15,5	17,5	3,5
Winterrübenreps **)	2,125	5,12	4,62	1,875	4,125	3,75

	Qualität:	Specifisches Gew. Wasser = 1***)	5 Gramm enthalten Körner †)
1846	Weizen, chemisch gedüngt	0,875	154
	» , mit Mist gedüngt	0,857	164
	Hafer, chemisch gedüngt	0,498	312
	» , mit Mist	0,472	321
	» , nicht gedüngt	0,459	327
1847	Talaveraweizen, chemisch gedüngt — ohne Wechsel	0,830	126,7
	Talaveraweizen, mit Mist gedüngt, ohne Wechsel	0,815	125,3
	Talaveraweizen chemisch gedüngt; — im Wechsel	0,821	134
	Talaveraweizen, mit Mist gedüngt; — im Wechsel	0,814	127
	Sommergerste, chemisch gedüngt; ohne Wechsel .	0,696	136,7
	Sommergerste, mit Mist gedüngt; ohne Wechsel .	0,691	130
	Winterrübenreps, chemisch gedüngt; ohne Wechsel	0,701	2045
	Winterrübenreps, mit Mist gedüngt; ohne Wechsel	0,691	2135

*) Für diejenigen, welche die Localität kennen, sei bemerkt, daß alle Versuchsfelder unberücksichtigt blieben, welche wegen darauf stehender Bäume zur Erzielung richtiger Resultate unbrauchbar sind; deßgleichen konnten die Ergebnisse der zwischen den andern Abtheilungen liegenden ungedüngten Feldchen nicht berücksichtigt werden, weil diese nur dem Namen nach ungedüngt waren, nicht der Sache nach (in Folge der Infiltration von beiden Seiten und der mechanischen Vermengung durch Pflug und Egge).

**) Hatte durch den Frost gelitten.

***) Mit den Zwischenräumen, wie sie sich bildeten, als ein Glas unter Aufstoßen gefüllt wurde. Jede Zahl ist das Mittel aus 3—6 Versuchen.

†) Mittel von 3—5 Versuchen.

2) Auf drei gleich beschaffene Feldchen, jedes 6 Quadratmeter groß, wurden je sechs vollkommen gesunde, möglichst gleichartige, rothe Kartoffeln gesteckt. Das Gewicht jeder Kartoffelsection war gleich und betrug 250 Grammen. Die einen sechs Kartoffeln (Abtheilung I) wurden mit Kuhmist reichlich gedüngt, die anderen sechs (Abtheilung II.) wurden nicht gedüngt, die letzten sechs (Abtheilung III.) wurden mit den Salzen gedüngt, welche die ganze Kartoffelpflanze in der Asche liefert*). — Der Boden war ein ganz schlechter: ein schwerer und zäher Thon, aus der Verwitterung des Taunusschiefers entstanden; er war noch nie gedüngt gewesen und enthielt kaum Spuren von organischer Substanz.

Der Ertrag war folgender:

Abtheilung I. Mit Stalldünger gedüngt.			Abtheilung II. Nicht gedüngt.			Abtheilung III. Mit Salzen gedüngt.		
Nummern der Stöcke	Zahl der Knollen	Gewicht der Knollen in Grammen	Nummern der Stöcke	Zahl der Knollen	Gewicht der Knollen in Grammen	Nummern der Stöcke	Zahl der Knollen	Gewicht der Knollen in Grammen
1	11	352	1	8	320	1	17	1172
2	10	326	2	8	308	2	10	704
3	2	17	3	8	189	3	18	953
4	9	181	4	5	250	4	10	563
5	7	309	5	5	276	5	15	380
6	14	522	6	9	392	6	8	433
	53**)	1707		43***)	1735		78†)	4205

Das frische Kraut (welk und ungetrocknet) sammt Wurzeln wog von je einer Abtheilung zusammen:

Abtheilung I.	Abtheilung II.	Abtheilung III.
106 Gramm.	87 Gramm.	312,5 Gramm.

*) Der Dünger bestand aus 20 Thln. Buchenholzasche, 15 gebrannten Knochen, 10 Gyps, 15 Kochsalz und 40 gebranntem zerfallenem Kalk. Jede Kartoffel erhielt ½ Loth (15 Gramm) des gleichförmig gemengten Pulvers.

**) Darunter faule: 6 gleich 11,3 Proc.

***) Darunter faule: 2 gleich 4,6 Proc. (die eine erst im Beginn).

†) Darunter faule: 3 gleich 3,8 Proc.

Qualität.
Resultate der chemischen Analyse.

	Kartoffeln		
	der mit Mist gedüngten Abtheilung.	der nicht gedüngten Abtheilung.	der chemisch gedüngten Abtheilung.
Eiweiß	0,70	0,93	0,80
Stärke	10,00	13,37	11,04
Faser	6,02	6,63	6,52
Gummi, Aepfelsäure u. Ammonsalze	1,86	2,34	2,50
Aschenbestandtheile	1,40	1,09	1,18
Wasser, fettes Oel, Harz und Verlust	80,02	75,64	77,96
	100,00	100,00	100,00

Die angeführten Resultate sind ohne Commentar verständlich. So wenig man nun auch in der Landwirthschaft aus so vereinzelten Thatsachen schließen kann, so reicht doch auch dies Wenige schon hin, uns zu lehren, daß der Weg exakter Forschung auch in diesem Fache nicht ohne Erfolg wird betreten werden, daß er vielmehr der einzige ist, der wirklichen Fortschritt verbürgt.

Bei dieser Gelegenheit möchte ich noch darauf hinweisen, daß die genaue physikalische und chemische Untersuchung solcher Bodenarten, welche besonders reichliche und gute Ernten liefern oder geliefert haben, vortreffliche Winke zu Düngungsversuchen geben werden (man wähle jedoch zur Untersuchung wo möglich solche Erdproben, welche nicht wirklich getragen haben, z. B. aus Furchen, die aber im Uebrigen völlig gleiche Beschaffenheit mit dem fraglichen Boden haben) — und ferner darauf aufmerksam machen, daß es bei Anstellung neuer Düngungsversuche nicht nothwendig ist, sehr große Strecken zu benutzen. Auf einigen Quadratruthen läßt sich eben so viel sehen, als auf eben so vielen Morgen. — Dafür ist es aber unerläßlich, daß die Versuche immer vergleichungsweise gemacht werden, d. h., daß man von einem ganz gleich beschaffenen Felde, einen Theil nach allgemein üblicher Art, einen andern versuchsweise düngt, weil bei dem Feldbau der Ertrag so sehr abhängig ist von den Witterungsverhältnissen. — Andererseits ist es ganz und gar nothwendig, daß bei solchen Versuchen die Ernten dem Maß und Gewicht nach genau bestimmt werden, nach Litern, Scheffeln, Maltern, Grammen, Pfunden, Centnern, — nicht aber nach Haufen, Körben, Gebunden, Garben, Wagen, Lasten ꝛc., welche Angaben wenig besser als gar keine sind, — und unendlich würden wir uns alle die Sache erleichtern, wenn wir bei Angaben uns des französischen Maßes und Gewichtes bedienten, welches in seiner Anwendung so überaus bequem, und allgemein verständlich ist, vergl.

auch Seite 284. Es ist ja ein schönes Vorrecht der Wissenschaft, daß sie frei ist und sich selbst Gesetze giebt; was im staatlichen Leben Jahre lange Verhandlungen erfordert, die Männer der Wissenschaft können es in einem Augenblicke schaffen. O möchte man meiner Versicherung glauben, daß unendlich viele landwirthschaftliche Resultate unbenutzt bleiben, weil die Landwirthe anderer Länder sich nicht die Mühe nehmen wollen, Morgen, Juchart, Tagwerk, Joch — und Malter, Scheffel, Simri, Metze, Sester, Viernsel, Wispel, Kumpf ꝛc. auf einander zu berechnen; wie leicht würde es dem Einzelnen sein, seine Resultate wenigstens im einheimischen und französischen Maße mitzutheilen.

IV. Die Wechselwirthschaft.

§. 380.

Das Princip der Wechselwirthschaft kann ich als bekannt voraussetzen, ihr Zweck ist oben bezeichnet, ihr Werth bei den jetzigen Düngungsmethoden festgestellt. Es bleibt uns übrig, die Nützlichkeit des Fruchtwechsels zu erklären. Früher glaubte man den Beweis folgendermaßen führen zu können. Man sagte: jede Pflanze scheidet während ihres Lebensprocesses gewisse Stoffe, welche den Excrementen der Thiere vergleichbar sind, durch ihre Wurzeln aus, und nahm an, diese Ausscheidungen seien Pflanzen gleicher Art schädlich, Pflanzen ungleicher Art hingegen unschädlich oder sogar nützlich. — Seitdem man aber mit dieser Erfahrung die Thatsache verglich, daß an manchen Orten mit Erfolg stets dieselben Früchte nach einander gebaut werden können, z. B. in Ungarn Weizen nach Weizen und Taback nach Taback, da man ferner auf Wiesen stets Gras nach Gras und in den Wäldern Buchen und Eichen nach Buchen und Eichen ziehen kann, so erwies sich diese Erklärung als unzulänglich, zumal die Existenz der fraglichen Wurzelausscheidungen noch keineswegs bis zur Gewißheit erwiesen ist.

Erfolgreicher läßt sich die Sache aus der Erfahrung erklären, daß jede Pflanze dem Boden andere Bestandtheile, oder richtiger dieselben Bestandtheile aber in sehr verschiedenen Verhältnissen, entzieht. Man ersieht daraus mit Leichtigkeit, daß bei geeignetem Wechsel der Boden erst nach viel längerer Zeit erschöpft werden kann, als wenn man ohne Aufhören Pflanzen baut, welche den Boden in Bezug immer auf dieselben Bestandtheile in Anspruch nehmen. —

Wir werden im folgenden Capitel Gelegenheit finden, das hier allgemeinhin Aufgestellte mit Zahlen zu beweisen; zuvor aber sei mit Nachdruck erwähnt, daß außer der angeführten einen Bedingung

beim Fruchtwechsel noch viele andere Umstände erwogen werden müssen; z. B. ob eine Pflanze einen aufgelockerten oder festen, einen humusreichen oder humusarmen Boden liebt; ob ihre Wurzeln tief in den Boden dringen oder sich dicht unter der Oberfläche verbreiten u. s. w. — Aus allem diesem läßt sich ersehen, daß bei der Wahl der Fruchtfolgen die Kenntniß der den einzelnen Pflanzenspecies nöthigen unorganischen Salze ꝛc. zwar gute, ja höchst wichtige Anhaltspunkte giebt, daß es aber ganz einseitig wäre, auf diese Kenntniß allein ein Fruchtfolge-System zu gründen.

F. Erschöpfung des Bodens und Ertrag.

§. 381.

Wir haben in diesem Schlußkapitel nunmehr noch die Erschöpfung des Bodens und den Ertrag vergleichungsweise zu betrachten; denn nur so gelingt es, eine richtige Einsicht in die landwirthschaftliche Produktion zu gewinnen; einseitig hingegen würde es sein, den Ertrag allein zu berücksichtigen. — Was den Werth der gewonnenen Bodenerzeugnisse betrifft, so läßt sich derselbe, sofern man ihn in Geld taxiren will, nur sehr unbestimmt feststellen, da hierbei lokale und sonstige zufällige Verhältnisse einen bedeutenden Einfluß ausüben. Wir wollen daher in der folgenden Tabelle weniger den Geldwerth, als vielmehr den Gehalt der wichtigsten zur Nahrung bestimmten Culturpflanzen an Nahrungsstoffen in Betracht ziehen. — Ebensowenig läßt sich der Werth der entzogenen unorganischen Bestandtheile in Geld taxiren. — An einem Orte sind phosphorsaure Salze an und für sich im Boden, und die Verwitterung macht den Pflanzen eine genügende Menge zugänglich, am anderen muß alle Phosphorsäure in Form von Knochen oder dergl. gekauft und zugeführt werden ꝛc. — In wie weit die einzelnen Pflanzen den Boden an kohlenstoff- und stickstoffhaltigen Substanzen erschöpfen, läßt sich einer Rechnung, wenigstens bei dem jetzigen Stande unserer Kenntnisse, schlechterdings nicht einverleiben, da für diese Elemente verschiedene Bezugsquellen (Boden, Atmosphäre ꝛc.) vorhanden sind.

Die folg. Tabelle ist berechnet nach den im Abschnitt II. der dritten Abtheilung mitgetheilten Analysen und Ertragsergebnissen. Ueberall, wo mehrere Angaben vorhanden sind, wurden die Mittelwerthe gewählt, leider fehlen aber zur Aufstellung wirklich zuverlässiger Zahlen bei vielen Pflanzen noch die Materialien. Die Menge der Schwefelsäure, welche durch die verschiedenen Gewächse dem Boden entzogen wird, habe ich aus den S. 349—351 mitgetheilten besonderen Bestimmungen von Sorby, Wagner, Rößler, Wenk und Schnetger berechnet. Nur bei den Pflanzen, welche in dieser Weise nicht untersucht sind, wurde die Schwefelsäuremenge aus den Resultaten der

Aschenanalysen berechnet. Die auf letztere Art gewonnenen Zahlen sind jedoch unzuverlässig (vergl. §. 349), daher mit Sternchen * bezeichnet.

Bei Berechnung der Tabelle wurde stets auf die Kohlensäuremenge der Asche Rücksicht genommen; es darf dies zur Erlangung richtiger Zahlen nie unterlassen werden. Betrachten wir in dieser Beziehung beispielsweise, wie die Zahlen für Maisstroh gewonnen sind:

Die Ernte von 1 Hektare entzieht dem Boden im Maisstroh 254,36 Kilogr. Aschenbestandtheile (S. 302). Die Asche (wie sie in dieser Zahl gemeint ist) enthält aber durchschnittlich 8 Proc. Kohlensäure, d. i. auf 254,36 berechnet: 20,32 Kilogr. Kohlensäure; demnach werden dem Boden Aschenbestandtheile ohne Kohlensäure (auf welche sich die Aschenanalysen S. 302 beziehen) entzogen: 254,36 weniger 20,32 d. i. 234,04.

100 Theile Asche enthalten nun 9,62 Kali, 234,04 demnach 22,51. 100 enthalten 26,31 Natron, 234,04 demnach 61,56 ꝛc. ꝛc.

		Die Ernte von einer Hektare (durchschnittlich gerechnet) entzieht dem Boden in Kilogrammen:								liefert Kilogr.	
		Kali.	Natron.	Kalk.	Magnesia.	Phosphorsäure.	Schwefelsäure.	Kieselsäure.	Chlornatrium und Chlorkalium.	Stickstoffhaltige Substanzen.	Stickstofffreie Nahrungsstoffe.
Weizen im	Korn	8,71	3,32	1,03	4,41	18,32	2,34	0,22	—	316,8	768,5
	Stroh	23,84	—	11,90	—	1,99	18,24	129,13	5,77	69,7	989,7
	Ganzen	32,55	3,32	12,93	4,41	20,31	20,58	129,35	5,77	386,5	1758,2
Roggen im	Korn	6,14	1,88	1,06	2,72	11,84	1,58	0,42	—	197,1	871,2
	Stroh	15,25	—	8,03	2,13	3,38	6,12	57,21	0,73	46,0	1122,4
	Ganzen	21,39	1,88	9,09	4,85	15,22	7,70	57,63	0,73	243,1	1993,6
Gerste im	Korn	13,29	4,28	2,60	6,85	30,39	2,75	24,68	0,38	315,53	1341,1
	Stroh	55,64	2,10	19,04	8,91	8,08	31,02	116,21	23,51	81,40	2385,0
	Ganzen	68,93	6,38	21,64	15,76	38,47	33,77	140,89	23,89	396,93	3726,1
Hafer im	Korn	8,36	—	1,59	5,24	10,07	3,95	31,98	0 35	242,9	991,2
	Stroh	13,39	14,66	8,01	5,03	2,13	16,42	59,58	2,74	54,7	683,7
	Ganzen	21,75	14,66	9,60	10,27	12,20	20,37	91,56	3,09	297,6	1674,9
Mais im	Korn	5,80	5,80	0,48	6,37	18,74	?	0,29	—	386,0	?
	Stroh	22,51	61,56	19,77	15,53	39,94	1,64*	63,10	8,00	?	?
	Ganzen	28,31	67,36	20,25	21,90	58,68		63,39	8,00		
Hirse im	Samen	7,27	0,99	0,65	5,81	13,81	0,26*	45,28	1,08	?	?
	Stroh	24,83	2,77	23,47	14,74	1,20	31,04*	87,30	2,15	?	?
	Ganzen	32,10	3,76	24,12	20,55	15,01	31,30*	132,58	3,23		

		Kali.	Natron.	Kalk.	Magnesia.	Phosphorsäure.	Schwefelsäure.	Kieselsäure.	Chlornatrium u. Chlorkalium.	Stickstoffhaltige Substanzen.	Stickstofffreie Nahrungsstoffe.
Buchweizen im	Samen	2,89	6,64	2,20	3,43	16,53	0,72*	0,22	—	128,7	778,6
	Stroh	6,63	—	14,06	25,81	5,76	4,33*	2,79	3,13	?	?
	Ganzen	9,52	6,64	16,26	29,24	22,29	5,05*	3,01	3,13		
Erbsen im	Samen	10,13	2,02	1,49	2,38	9,36	3,03	0,14	0,60	258,8	553,0
	Stroh	14,40	7,20	55,87	10,65	12,38	14,13	22,32	8,06	376,5	659,2
	Ganzen	24,53	9,22	57,36	13,03	21,74	17,16	22,46	8,66	635,3	1212,2
Linsen im	Samen	10,56	2,90	1,92	0,75	11,02	3,13	0,40	2,31	340,0	635,9
	Stroh	12,38	—	60,14	3,50	14,15	1,16*	20,22	2,42	?	?
	Ganzen	22,94	2,90	62,06	4,25	25,17	4,29*	20,62	4,73		
Feldbohnen im	Samen	24,27	7,44	4,20	5,81	27,44	3,14	0,82	0,94	494,2	1028,68
	Stroh	9,48	8,23	22,53	4,41	7,48	8,57	7,00	0,24	?	?
	Ganzen	33,75	15,67	26,73	10,22	34,92	11,71	7,82	1,18		
Wicken im	Samen	9,29	3,00	1,45	2,58	11,57	1,25*	0,61	0,60	?	?
	Stroh	46,12	—	49,82	8,25	7,13	3,11*	11,25	3,47	?	?
	Ganzen	55,41	3,00	51,27	10,83	18,70	4,36*	11,86	4,07		
Runkelrüben in	Rüben	111,30	4,27	19,95	12,54	17,13	7,50	22,82	24,25	612,0	4446,0
	Kraut	34,12	15,88	14,10	5,07	4,20	7,50	2,58	10,62	?	?
	Ganzen	145,42	20,15	34,05	17,61	21,33	15,00	25,40	34,87		
Weiße Rüben in	Rüben	112,20	3,57	35,70	12,75	33,15	42,48	12,75	12,75	555,0	3540
	Kraut	21,14	1,50	18,27	5,32	1,13	10,29	4,40	2,33	?	?
	Ganzen	133,34	5,07	53,97	18,07	34,28	52,77	17,15	15,08		
Kartoffeln in	Knollen	100,44	—	6,51	17,11	27,90	13,78	11,16	10,78	524,9	3996,0
	Kraut	2,26	1,13	32,48	5,38	6,45	4,74	33,68	2,57	90,4	?
	Ganzen	102,70	1,13	38,99	22,49	34,35	18,52	44,84	13,35	615,3	
Mais im	Samen	19,02	1,39	11,48	9,84	36,08	24,11	0,65	0,08		
	Stroh	31,51	10,31	43,93	5,73	14,32	21,96*	2,86	55,39		
	Ganzen	50,53	11,70	55,41	15,57	50,40	46,07*	3,51	55,47		
Hanf	ganze Pflanze	9,72	0,56	46,98	5,67	5,67	1,38*	8,91	1,62		
Flachs	ganze Pflanze	24,28	11,02	24,32	14,50	17,66	13,00*	82,40	12,80		
Taback (Blätter u. Stengel)		60,76	1,14	92,82	29,04	10,92	10,37*	28,71	23,53		
Rother Klee		144,00	119,23	158,40	47,80	36,28	18,36	28,80	34,56	926,0	5637
Wiesengras		64,42	0,30	53,23	21,29	16,07	18,20	93,77	12,80	401,0	3606

Welcher Nutzen sich aus einer solchen Tabelle, namentlich wenn einmal die nur aus einem Versuche abgeleiteten Zahlen durch ganz zuverlässige Mittelwerthe ersetzt sein werden, für die praktische Landwirthschaft ergiebt, liegt auf der Hand. Sie liefert in Bezug auf die Aschenbestandtheile die Richtschnur für die Wahl der Fruchtfolgen; denn sie zeigt unmittelbar, wieviel jede Pflanze in einer Ernte von jedem Stoffe dem Boden entzieht, und welche Pflanzen sich in Bezug auf Bedürfniß an Aschenbestandtheilen (in Betracht der im Boden vorhandenen oder ihm zugeführten) am besten ergänzen. Sie giebt ferner eine zuverlässige Statik des Landbaues, denn sie liefert das Mittel, nach jeder Ernte zu vergleichen, wieviel man im Ertrage gewonnen und durch Erschöpfung des Bodens an Salzen verloren hat. Sie bietet endlich eine vortreffliche Grundlage zu rationeller Düngung.

In letzterer Beziehung führe ich die Sache noch etwas weiter aus, um die Art des Gebrauchs der Tabelle möglichst anschaulich zu machen.

Eine mittlere Weizenernte von einer Hektare entzieht dem Boden constant etwa 20 Kilogramme Phosphorsäure. — Angenommen nun, die den Pflanzen zugängliche Erdschichte auf der Hektare enthalte nur 5 Kilogramme Phosphorsäure; kann man alsdann auf eine mittlere Weizenernte hoffen? Unmöglich! denn selbst zugegeben, die Pflanzen entzögen dem Boden alle vorhandene Phosphorsäure, so würde diese ja immer nur hinreichen zu $^1/_4$ Ernte, und mehr würde man demnach nicht erhalten, und wenn man dem Boden noch so viel Ammonsalze, Humus, Gyps, Alkalien ꝛc. zuführte. — Dieser Satz ist so gewiß richtig, als der, daß ein Mensch sein Leben nicht fristen kann, wenn er auch noch so viel Stärke, Zukker, Fett, Wasser ꝛc. genießt. Den Menschen ernährt Speise nur dann, wenn sie seinem Bedürfnisse entspricht, und der Pflanze hilft Dünger nur dann, wenn er sie mit allen ihr nothwendigen Stoffen hinlänglich versorgt.

Denken wir uns nun einen aus der Verwitterung von Grünstein hervorgegangenen Boden, welcher unter Mitwirkung organischer Ueberreste noch fortwährend der Verwitterung unterliegt. Diese versorgt ihn demnach mit kohlensaurem Kalk, kohlensaurer Bittererde, löslichem Kieselsäurehydrat und kohlensaurem Natron. Andere lösliche Bestandtheile sollen fehlen. Wir wollen Weizen bauen; der Boden hat die nothwendigen physikalischen Eigenschaften; welche Salze und wieviel von denselben müssen wir einer Hektare zuführen, um eine mittlere Ernte möglich zu machen? —

Eine solche bedarf (siehe die Tabelle) 32,55 Kilogramme Kali.

— Wir wollen es zuführen in Form von Buchenholzasche. Diese enthält (Seite 345) im kohlensäurehaltigen Zustande in 124,85 Theilen 15,81 Kali, demnach müssen wir ansetzen:

$$15{,}81 : 124{,}85 = 32{,}55 : x$$
$$x = 257{,}04 \text{ Kilogramme}$$

ist somit die Menge der anzuwendenden (trocknen!) Holzasche. — In dieser geben wir gleichzeitig 6,2 Kilogr. Phosphorsäure, 2,8 Kilogr. Schwefelsäure, 0,4 Kilogr. Chlornatrium und das nöthige Eisenoxyd (dessen Menge in der Tabelle — weil minder wichtig und in jedem Boden vorhanden — nicht angegeben). Wir müssen demnach noch zuführen

20,31 *)	weniger	6,2 =	14,11	Kilogr. Phosphorsäure,
20,58 *)	»	2,8 =	17,78	» Schwefelsäure,
5,77 *)	»	0,4 =	5,37	» Chlornatrium,

und wollen wir dies in Form von gebrannten Knochen, Gyps und Kochsalz thun, so müssen wir folgendermaßen rechnen.

100 Thle. Knochenasche enthalten 42 Theile Phosphorsäure, also enthalten 32,8 Kilogr. 14,11 Kilogr. —

100 Theile gewöhnlicher Gyps enthalten 46,5 Proc. Schwefelsäure, also enthalten 38,3 Kilogramme 17,78 Kilogr.

Das käufliche Kochsalz kann, sofern es trocken ist, ohne Nachtheil als Chlornatrium betrachtet werden; die demselben beigemengten Salze kommen ihrer geringen Quantität halber nicht in Betracht.

Demzufolge hätten wir also mit einander zu vermengen:

257,0	Kilogramme	Buchenholzasche,
32,8	»	Knochenasche,
38,3	»	gewöhnlichen Gyps und
5,4	»	Kochsalz

und das Pulver gleichförmig dem Boden einzuverleiben, um ihm alle zu einer Mittelernte erforderlichen Salze zu geben. — (Hierbei ist von der Ansicht ausgegangen, daß die Pflanzen alle zugeführten Salze wirklich in sich aufnehmen. Da dies jedoch nicht zu erwarten ist, so muß man wohl am Anfange dem Boden einen größeren Gehalt des Düngepulvers geben, vergl. oben S. 527. (Wie weit man hierin zu gehen hat, ist noch durch Versuche festzustellen.)

Anhang zu §. 381.

Zur Erleichterung bei Berechnung der Mengen, welche von dem oder jenem Salze angewendet werden müssen, um eine bestimmte

*) Siehe die Tabelle auf S. 533.

Quantität einer Säure oder Base dem Boden zuzuführen, hänge ich hier eine Uebersicht an, aus welcher die procentische Zusammensetzung der bei Düngungen im Großen oder bei Düngungsversuchen häufiger in Anwendung kommenden Salze ꝛc. zu ersehen ist.

Ammonsalze.

Schwefelsaures Ammon.

Ammon	39,39
Schwefelsäure	60,61
	100,00

Chlorammonium.

Ammonium	33,69
Chlor	66 31
	100,00

Kalisalze.

Salpetersaures Kali.

Kali	46,59
Salpetersäure	53,41
	100,00

Schwefelsaures Kali (neutr.)

Kali	54,08
Schwefelsäure	45,92
	100,00

Schwefelsaures Kali (saures).

Kali	34,65
Schwefelsäure	58,74
Wasser	6,61
	100,00

Kohlensaures Kali.

Kali	68,2
Kohlensäure	31,8
	100,0

Chlorkalium.

Kalium	52,45
Chlor	47,55
	100,00

Kieselsaures Kali (vierfach.)

Kali	27,57
Kieselsäure	72,43
	100,00

Calcinirte Potasche.

	(etwa)	
Kohlensäure	28	
Schwefelsäure	8	
Chlor	2	
Kali	59	Kalk, Thonerde
Sonstiges	3	Phosphorsäure
	100	Natron, Eisenoxyd ꝛc.

Natronsalze.

Salpetersaures Natron.

Natron	36,44
Salpetersäure	63,56
	100,00

Schwefelsaures Natron (krystall.)

Natron	19,35
Schwefelsäure	24,82
Wasser	55,83
	100,00

Kochsalz (gewöhnliches).

Natrium	54,63
Chlor	35,37
Wasser und fremde Salze	10,00
	100,00

Chlornatrium.

Natrium	39,32
Chlor	60,68
	100,00

Soda calcinirte (etwa).

Natron	55
Kohlensäure	33
Wasser ꝛc.	12
	100

Chilisalpeter (etwa).

Natron	34,6
Salpetersäure	60,4
Wasser ꝛc.	5,0
	100,0

Kalksalze.

Schwefelsaurer Kalk (Gyps).

wasserfrei.

Kalk	41,18
Schwefelsäure	58,82
	100,00

krystallisirt.

Kalk	32,56
Schwefelsäure	46,51
Wasser	20,93
	100,00

Kalkhydrat.

Kalk	75,67
Wasser	24,33
	100,00

Kalk (an der Luft zerfallen, trocken).

Kalk	64,37
Wasser	25,29
Kohlensäure	10,34
	100,00

Kohlensaurer Kalk.

Kalk	56
Kohlensäure	44
	100

Knochenasche.

Kalk mit etwas Fluorcalcium	47,4
Phosphorsäure	43,4
Kohlensäure	2,6
Magnesia	1,4
Natron und Chlornatrium	5,2
	100,0

Magnesiasalze.

Weiße (englische) Magnesia.

Magnesia	40
Kohlensäure	33
Wasser	27
	100

Schwefelsaure Magnesia (krystallisirt).

Magnesia	16,26
Schwefelsäure	32,52
Wasser	51,22
	100,00

Vierte Abtheilung.

Chemiſche Grundlage der land- und forſtwirthſchaftlichen Gewerbe.

§. 382.

In der vorliegenden Abtheilung sollen die wichtigsten land- und forstwirthschaftlichen Gewerbe besprochen werden. Wir haben jedoch dabei nicht den Zweck, dieselben mit allen ihren Einzelnheiten in Betracht zu ziehen, sondern unsere Aufgabe soll nur die sein, die chemischen Processe in ihrem Zusammenhange kennen zu lernen, welche die Umwandlung der Rohstoffe in die betreffenden technischen Produkte bedingen. Es wird uns schon bei kurzgefaßter Darstellung gelingen, diesen Zweck zu erreichen und eine vollständige Uebersicht über die Gewerbe, sowie eine klare Einsicht in dieselben zu erlangen, da wir die vorkommenden Processe einzeln alle schon kennen und da wir uns mit den zu ihrer Ausführung nöthigen Apparaten (welche Gegenstand der speciellen Technologie sind) nicht näher zu beschäftigen haben.

Erster Abschnitt.

Die landwirthschaftlichen Gewerbe.

---

1. Die Bereitung des Weines und Obstweines.

A. Weinlese.

§. 383.

Die Trauben werden gesammelt, wenn sie am reichsten an Zucker und am ärmsten an Säure sind. Die Erfahrung lehrt, daß dies bei weichen Trauben im Zustande der vollständigen Reife, bei härteren aber erst im Zustande der sogenannten edeln Fäulniß der Fall ist (L. v. Babo sen.).

Ueber die Veränderungen, welche die Weinbeeren während des Reifens erleiden, geben die vorhandenen Untersuchungen noch keine vollständige Auskunft. — Gewiß ist, daß die unreifen Trauben mehr Säure und weniger Zucker enthalten als die zeitigen. Beim Reifen scheint ein Theil der organischen Säuren in Zucker überzugehen, jedoch steht die Verminderung der Säure mit der Vermehrung des Zuckers in keinem Verhältnisse (L. v. Babo jun.). Wahrscheinlich geht daher auch ein Theil der Zellsubstanz und des Gummis in Zucker über, wie dies beim Reifen anderen Obstes der Fall ist. — Neue Versuche werden darüber Gewißheit geben.

Bei blauen Trauben, aus welchen man rothen Wein erzielen will, ist jedoch gleichzeitig zu berücksichtigen, daß bei solchen Sorten, welche leichte Weine geben, bei der Ueberreife Farbstoff und Gerbesäure sich in einem für den zu erzielenden Wein nachtheiligen Verhältniß vermindern (L. v. Babo sen.).

Das Abdrehen der Traubenstiele, das Aufspeichern der Trauben, das Trocknen auf Hürden an der Sonne, das Gefrierenlassen derselben und andere Operationen haben zum Zweck, den Wassergehalt der Beeren zu vermindern. — Trauben von einer gewissen Reife erleiden beim Gefrieren durchaus keine chemische Veränderung. (Walz). — Das Lesen der Trauben im bethauten Zustande, wie es in der Champagne geschieht, ist gleich einem Zusatz von destillirtem Wasser zum Most.

B. Gewinnung des Traubensaftes.

§. 384.

Die Weinbeeren werden zerdrückt und zwar entweder nach Absonderung von den Kämmen oder mit denselben, alsdann ausgepreßt (gekeltert).

Der erst abfließende Most (der Vorlauf) ist der süßeste, der später kommende mischt sich mehr und mehr mit dem Safte der Hülsen (und Kämme) und wird daher — da dieser reich an Gerbesäure und anderen organischen Substanzen ist — herber und saurer. — Der Most ist nie klar. Die Ursache der Trübung sind: a) die unlöslichen Verbindungen, welche beim Vermischen der gerbesäurehaltigen Flüssigkeit der Hülsen und Kämme mit dem stickstoffhaltige Substanzen (Eiweiß und Pflanzenleim), enthaltenden Safte des Beerenzellgewebes entstehen; — b) fette und wachsartige Stoffe; — c) weinsaurer Kalk; — d) Pflanzenschleim (vergl. §. 190); — e) Stärkekügelchen, gallertartige Stoffe und deren Kalkverbindungen, Zellenhüllen 2c.

Der Most giebt durchschnittlich um so besseren Wein, je mehr Zucker und je weniger Säure er enthält. — Es ist wichtig und leicht, ihn in dieser Beziehung zu prüfen, siehe Abth. V. —

Will man den Zuckergehalt nur annährend bestimmen, so genügt es, das specifische Gewicht des Mostes zu prüfen, da dasselbe der Hauptsache nach durch Zucker, und nur in geringerem Maße durch Gummi, Salze und Säuren erhöht wird. Diese Methode ist für alle gewöhnlichen Fälle vollkommen ausreichend. — Die folgende Tabelle von Balling belehrt, in welchem Verhältnisse das specifische Gewicht eines Mostes zu seinem Zuckergehalte steht.

Spec. Gew. bei 17,5° C.	Zuckerprocente.	Spec. Gew. bei 17,5° C.	Zuckerprocente.
1,012	3	1,057	14
1,016	4	1,061	15
1,020	5	1,065	16
1,024	6	1,070	17
1,028	7	1,074	18
1,032	8	1,078	19
1,036	9	1,083	20
1,040	10	1,087	21
1,044	11	1,092	22
1,048	12	1,095	23
1,053	13	1,101	24

Gegenwärtig kommen auch allerwärts Senkspindeln im Handel vor, deren Grade den Gehalt an Zucker unmittelbar in Procenten angeben, sogenannte Saccharometer. Mostwagen, deren Grade ganz willkührlich sind und sich weder auf das specifische Gewicht, noch auf Zuckerprocente beziehen, sind zu verwerfen.

Der höchste Zuckergehalt im Moste, den ich zu beobachten Gelegenheit hatte, bei Steinberger Auslese 1846, betrug 28,46 Proc., der geringste vom Geisberg bei Wiesbaden 1847, 11 Proc. — Der Säuregehalt des letzteren betrug ausgedrückt in Weinsäurehydrat 1,6 Proc.

Was den Gehalt der Moste an stickstoffhaltigen Substanzen betrifft, so muß derselbe in einem gewissen Verhältnisse zum Zucker stehen, — denn wenn die Menge jener zu bedeutend ist, so halten sich die erzielten Weine nicht. Sofern dies zu fürchten, kann man schon bei der Mostbereitung vorbeugen, indem man die Traube nicht abbeert und so durch den Saft der Kämme mehr Gerbesäure in den Most bringt, welche einen Theil der stickstoffhaltigen Bestandtheile niederschlägt. — Andere Methoden, welche ebendahin zielen, werden wir unten kennen lernen.

C. Gährung.

§. 385.

Der Most kommt in ein geeignetes Faß. Dasselbe wird nicht ganz angefüllt. Die Temperatur des Mostes sei 10—12° C. (8—10° R.); die Temperatur der Keller ist in der Regel etwas geringer. Da während des Zerdrückens und Auspressens der Traubensaft mit Luft in hinlänglicher Berührung war, die stickstoffhaltigen Bestandtheile somit zu Ferment werden konnten, so beginnt im Fasse die Gährung bald; und da bei dem Processe Wärme frei wird, und höhere Temperatur die Gährung beschleunigt, so steigert sich Wärme und Lebhaftigkeit der Gährung sehr (ein Stück Most am 10. Nov. 1845

mit 10° C. eingefüllt, war am 14. 22° C. warm, Temperatur des Kellers 9,7° C.); der frei werdenden Kohlensäure muß die Möglichkeit zu entweichen gegeben sein, sonst wird das Gebinde gesprengt. Nach 5 bis 12 Tagen ist die stürmische Gährung vorüber; nach 14 Tagen bis 3 Wochen entweicht fast keine Kohlensäure mehr. Das Faß wird nun ganz angefüllt und bleibt alsdann bis zum Januar oder Februar ruhig liegen.

Die Dauer der Gährung hängt ab vom Gehalte des Mostes an Zucker und Ferment, von seiner Temperatur und der des Kellers, von der Größe der Fässer ꝛc.

Folgende Ursachen können es sein, welche das Aufhören der Gährung bedingen:

a. Bei vielen Weinen ist nach der Gährung noch unzersetzter Zucker, desgleichen noch Ferment da; ihre Gährung wurde bei der herrschenden Temperatur gehemmt durch die Menge des gebildeten Alkohols. — Dieser Fall findet bei guten und starken Weinen Statt. Er kann jedoch auch bei schwächeren eintreten, sofern die Keller sehr kühl sind.

b. Bei manchen Weinen hört die Gährung aus Mangel an Ferment auf;

c. bei anderen aus Mangel an Zucker. —

Ueber die Verschließung des Spundlochs herrschen unter den Weinproducenten verschiedene Ansichten. Manche lassen es ganz auf, andere bedecken es mit einem Traubenblatt oder einem Sandsäckchen, oder verschließen es mit einem Spunden, in welchen ein zweischenkliches Blechrohr luftdicht eingesetzt ist, dessen äußere Oeffnung unter Wasser taucht. — Diese Vorrichtung hat zum Zwecke, die Verdunstung von Weingeistdampf mit der Kohlensäure zu verhindern und den Zutritt der Luft abzuhalten.

Von der oben angeführten Gährmethode abweichende sind folgende:

1. Offene Gährung. Durch Liebig angeregt, hat man in neuerer Zeit wiederholt Versuche gemacht, den Most in offenen Kufen gähren zu lassen und denselben erst nach beendigter stürmischer Gährung in Lagerfässer zu bringen. Bedingung dieses Verfahrens ist niedere Temperatur der gährenden Flüssigkeit, denn bei einer 10 oder 12° C. übersteigenden kann leicht Essigsäurebildung erfolgen, auch verdunstet Weingeist. — Man hatte die Hoffnung, daß durch dies Verfahren die Weine früher den Charakter abgelagerter annehmen und haltbarer sein sollten. — Bei der Ausführung hat sich ergeben, daß erstens die gewünschte niedere Temperatur bei größeren Quantitäten kaum herzustellen ist und ferner, daß die Ausbildung der Substanzen, welche den Geruch und eigenthümlichen Geschmack der Weine bedingen, bei offener Gährung mehr oder weniger verhindert wird.

2. Entschleimungsmethode. Man läßt den Most in Kufen so lange stehen, bis durch die beginnende Gährung die den Wein trübenden Substanzen (gerbesaures Eiweiß, gerbesaurer Pflanzenleim, bereits gebildete Hefe ꝛc.) sich als dicke Decke auf der Oberfläche ausgeschieden haben, nimmt diese ab und bringt den angegohrenen Most aldann in gewöhnliche Gährfässer. — b. Man bringt den Most in geschwefelte Fässer und unterdrückt so seine Gährung, bis sich die trübenden Theile abgesetzt haben, zieht alsdann den klar gewordenen Most in andere Fässer ab und läßt ihn in diesen gähren. — Durch beide Methoden, vornehmlich

aber durch die erste, wird die Menge der gährungserregenden Stoffe gemindert, daher sie für Moste, in denen solche zu sehr vorherrschen, zu empfehlen sein dürften, vrgl. L. v. Babo sen. »Die Erzeugung und Behandlung des Traubenweines«, Frankfurt a. M. 1846.

3. Erzeugung rother Weine. Man läßt den Most mit den Hülsen allein, oder mit Hülsen und Kämmen gähren, und zwar entweder in offenen, oder in geschlossenen Kufen. — Der gebildete Wein zieht aus den Hülsen den Farbstoff aus, gleichzeitig aber den Gerbestoff aus diesen und den Kämmen; damit dies geschehen könne, muß bei geschlossenen Kufen gesorgt werden, daß die Hülsen unter der Flüssigkeit bleiben, bei offenen ist öfteres Umrühren erforderlich. — Bei in offenen Kufen gährenden Rothweinen hat man nicht jene Nachtheile bemerkt, welche oben bei den weißen Weinen angeführt wurden; es erklärt sich dies daraus, daß man bei solchen nicht jenen feinen Geschmack und Geruch der weißen Weine, sondern einen mehr herben und kräftigen wünscht; auch erhitzt sich der Most minder stark, weil durch die aus Hülsen und Kämmen ausgezogene Gerbesäure ein größerer Theil der Gährungserreger niedergeschlagen wird. — Preßt man blaue Trauben frisch aus, so erhält man schwach gefärbten Most und fast weißen Wein. Es beruht dies darauf, daß der in den Hülsen enthaltene Farbstoff nicht oder kaum in Wasser, wohl aber in Wein (schwachem Weingeist) löslich ist. — (Der weiße Champagner wird fast nur aus rothen Trauben dargestellt.)

4. Gährenlassen des Saftes mit den Hülsen. An manchen Orten läßt man auch bei weißen Trauben den Saft mit den Hülsen (als Rauhmost) gähren und preßt erst nach beendigter Gährung aus. — Diese Methode verringert die Menge der stickstoffhaltigen Bestandtheile im Most, weil die Gerbesäure der Hülsen vollständig extrahirt wird. Mit derselben wird viel Farbstoff (?) ausgezogen, daher so behandelte Weine, mit der Luft in Berührung kommend, leicht röthlich (rahn) werden. Die Methode hat den Nachtheil, daß beim Abpressen des gegohrnen Weines Weingeist verloren geht und leicht Essigsäure gebildet wird.

5. Manche Weinproducenten schwefeln die Fässer, in welchen sie den Most zur Gährung anstellen. Dadurch wird die Gährung zurückgehalten. — Es kann dies in warmen Herbsten räthlich sein, in der Regel aber ist es nachtheilig. — Soll der Wein federweiß verbraucht werden, so ist es nothwendig.

Betrachten wir endlich noch die Bestandtheile des Mostes und sehen wir, was durch die Gährung daraus geworden, unter Annahme des obigen Falles a) der Gährungshemmung:

Vor der Gährung	Nach der Gährung		
	in Lösung	niedergeschlagen	entwichen
1. Zucker	Zucker Weingeist Kohlensäure (etwas)	. . . . .	Kohlensäure
2. Gummi, Pektin ꝛc. . . .	theils gelöst	theils gefällt	
3. Gerbesäure . .	gelöst (meistens etwas)	verbunden niedergeschlagen	
4. Stickstoffhaltige Bestandtheile .	. . . . .	theils als Hefe	
	theils als Ferment — Ammonsalze		
5. Weinstein . .	theils gelöst	theils gefällt	
6. Aepfelsäure, Weinsteinsäure, Citronensäure . .	gelöst	weinsaurer Kalk gefällt	
	. . . . .		
7. Unorganische Salze	gelöst (meist)		
8. Fettes Oel . .	als Oenanthäther vorhanden (wahrscheinlich)		
9. Aetherisches Oel	mehr oder weniger verändert vorhanden (Blume) ?		
10. Wasser . . .	Wasser		

D. Weitere Behandlung des Weines.

§. 386.

Im Januar, Februar oder März wird der Wein, wenn er klar geworden, zum ersten Male abgestochen, d. h., man trennt die Flüssigkeit durch vorsichtiges Ablassen von dem Bodensatze. Der abgestochene Wein kommt in ein geschwefeltes Faß. Im Frühjahr und Sommer tritt mit der steigenden Temperatur bei den Weinen, welche durch die oben unter a) besprochene Ursache in der Gährung unterbrochen worden sind, eine neue Gährung, die sogenannte Nachgährung, ein. Im Mai oder Juni werden die Weine in der Regel zum zweiten Male, im Oktober oder November zum dritten Male abgestochen. Im zweiten Jahre nimmt man gewöhnlich zwei Abstiche, im März und September, vor, später werden die Weine höchstens ein Mal

im Fahre abgestochen, bis zu völliger Ablagerung. Stets ist Sorge zu tragen, daß die Fässer ganz angefüllt sind; bei Weinen, welche in Nachgährung kommen, müssen die sonst luftdicht schließenden Spunden etwas gelüftet oder mit Gährspunden vertauscht werden.

Den Bodensatz, welcher beim Abstechen der Weine erhalten wird, heißt man in der Regel Hefe, er enthält aber außer solcher und außer zersetzter Hefe noch alle übrigen unlöslichen Bestandtheile, welche in obiger Uebersicht angegeben sind, namentlich sehr viel Weinstein in Form eines feinen Krystallmehls. — Die Ausscheidung desselben beruht darauf, daß mit dem steigenden Weingeistgehalte die Auflösungsfähigkeit des Weines für Weinstein nachläßt. — Die sogenannte Hefe wird bei guten Weinen zur Gewinnung des darin befindlichen Weines ausgepreßt. Den Rückstand verwendet man zur Darstellung von Branntwein oder Essig, zur Fabrikation einer schönen Schwärze (durch Verkohlung), zur Gewinnung von Potasche ꝛc. — Das Schwefeln der Fässer geschieht, indem man Schwefelschnitten in denselben verbrennt. Es muß unmittelbar vor dem Einfüllen des Weines geschehen, sonst geht die gebildete schweflige Säure in Schwefelsäure über. — Die erstere ist es aber, welche man im Faß zu haben wünscht. Sie wirkt etwa noch vorhandenem Gährungsstreben entgegen und verhindert so eine stürmische Nachgährung; sie verbindet sich mit dem vom Wein, beim Abstechen, aus der Luft eingesogenen Sauerstoff, der sonst zu Essigsäurebildung, zum Rahnwerden ꝛc. Veranlassung geben würde.

Die bei wärmerer Witterung (in Kellern, in denen die Temperatur nicht ganz gleich bleibend ist) bei Weinen, welche noch Zucker und Ferment enthalten, eintretende Nachgährung beruht darauf, daß die Alkoholmenge, welche bei der niederen Kellertemperatur im Herbst und Winter fähig war, gährungshemmend zu wirken, dies bei der erhöhten Temperatur nicht mehr vermag. Die Gährung, deren Bedingungen alle gegeben sind, beginnt somit wieder und dauert fort, entweder bis Zucker oder Ferment verbraucht ist, oder — bei besseren Weinen — bis die entstandene Weingeistmenge auch bei der sommerlichen Kellertemperatur die Gährung zu hemmen vermag. — Kühle Keller, starkes Schwefeln der Fässer, Abkühlen derselben durch Wasser oder nasse Tücher wirken der Nachgährung entgegen. —

Sind die Fässer, in welchen Weine lagern, nicht ganz angefüllt, so nimmt der Wein Sauerstoff auf, und es entsteht alsdann überaus leicht Essigsäure aus dem Weingeist; auch bilden sich Schimmelpilze auf der mit der Luft in Berührung stehenden Oberfläche.

Bei der Nachgährung und beim Lagern der Weine verändern sich ihre Eigenschaften, namentlich ihr Geschmack und Geruch, bekanntlich sehr auffallend; die chemischen Veränderungen, welche dies veranlassen, sind noch keineswegs genau ermittelt. — Gewiß ist, daß sich bei der Nachgährung eine neue Menge Zucker in Kohlensäure und Weingeist umsetzt, und daß eine neue Quantität gelösten Ferments zu unlöslicher Hefe wird, — daß beim Lagern Weinstein herauskrystallisirt und sich rindenartig im Inneren des Fasses absetzt, abgeschiedene Hefetheilchen ꝛc. einschließend und befestigend; daß beim Lagern durch die Dauben der Gebinde Kohlensäure und Wasser abdunstet ꝛc. — Alle diese bekannten Vorgänge erklären jedoch die bedeutenden Geschmacks- und Geruchsverschiedenheiten nicht genügend, welche Weine von verschiedenem Alter zeigen. Diese merkwürdigen Veränderungen scheinen vielmehr auf der Bildung gewisser Aetherarten

zu beruhen, welche aus der nur sehr allmälig erfolgenden Vereinigung der freien Säuren des Weines mit dem Aethyloxyd des Alkohols hervorgehen. Diese Ansicht scheint durch die Erfahrung bestätigt zu werden, daß gute alte Weine bei andauernder warmer Witterung zuweilen nochmals in Gährung kommen. Man kann dies nämlich so erklären, daß durch die Aetherbildung der Weingeistgehalt verringert, und so die Hemmung der Gährung wieder aufgehoben wird, welche durch die größere Weingeistmenge zuvor für eine gewisse Temperatur eingetreten war. — Bei sehr langem Lagern sammelt sich durch das stets nöthige Nachfüllen, da immer nur Flüssigkeit verdunstet, im Weine eine so große Menge von Salzen und Säuren (welche letztere zu erneuter Aetherbildung zu dienen scheinen) an, daß dadurch sein Geschmack offenbar leidet; auch scheinen sich dabei anderweitige neue Verbindungen zu bilden, welche dem Wein den sogenannten Firnißgeschmack geben. — Ueber alle diese Dinge können gute Untersuchungen Gewißheit geben.

Schönen der Weine. Viele Weinproducenten oder Weinhändler suchen ihre Weine durch rein mechanische, oder chemisch und mechanisch wirkende Mittel in Bezug auf Ansehen, Klarheit, Geschmack u. s. w. zu verbessern. Es ist dies namentlich bei geringeren Weinen nöthig, wenn sie jung verkauft und verbraucht werden sollen. Man heißt dies das Schönen der Weine. Die gewöhnlichste und beste Methode des Schönens besteht darin, daß man eine Auflösung von Hausenblase (thierischem Leim) in Wein zu dem zu schönenden Wein bringt, tüchtig umrührt und dann ruhig stehen läßt. — Diese Art des Schönens kann nur dann wirksam sein, wenn der Wein Gerbesäure enthält, enthält er sie nicht, was daran ersichtlich ist, daß der Wein bei Zusatz der Leimlösung nicht gerinnt, so pflegt man zerstoßene Galläpfel in einem Säckchen in den Wein zu hängen. — Beim Zusammenkommen des Leims mit dem gerbesäurehaltigen Wein bildet sich unlöslicher gerbesaurer Leim. Derselbe, ein schleimiger Niederschlag, schließt alle den Wein trübenden Theile ein und senkt sich mit denselben zu Boden. — Es ist eine bekannte Regel, daß man die Schönung der Weine nur bei hellem klarem Wetter vornehmen soll. Diese Erfahrung läßt sich, wenigstens in Bezug auf Weine, welche noch Kohlensäure enthalten, erklären. Bei schwankendem Barometerstande können dieselben nicht vollkommen ruhig sein, denn bei nachlassendem Luftdrucke entweicht Kohlensäure; in dem Fall kann aber der gerbesaure Leim nicht wie ein ausgespanntes Netz niedersinken und so alles Trübende mitreißen, sondern er wird mehr in vereinzelten Flocken abgeschieden.

E. Mehr oder weniger künstlich bereitete Weine.

§. 387.

a) Schaumweine. Es sind dies Weine, welche eingepreßte Kohlensäure enthalten. Beim Oeffnen des Korkes (beim Nachlassen des Drucks) entweicht dieselbe, indem nur eine dem herrschenden Atmosphärendrucke entsprechende Menge aufgelöst bleiben kann, und verursacht das Schäumen.

Die Bereitung der Schaumweine beruht darauf, daß man der stürmischen Gährung durch Schwefeln der Gährfässer, Alkoholzusatz, Abkühlung ꝛc. Abbruch

thut, die etwas abgelagerten, geschönten und mit etwas Zuckersyrup versetzten Weine in starke Flaschen füllt und in den fest verschlossenen nachgähren läßt. — Ist die Nachgährung beendigt, so enthält der Wein eine Masse eingepreßter Kohlensäure. — Früher wurden durch dieselbe 15 — 25 Proc., ja selbst noch mehr, der Flaschen zersprengt, jetzt springen in Folge verbesserter Fabrikation der Flaschen nur 6 — 10 Proc. — Bei der Nachgährung bildet sich ein unlöslicher Bodensatz. Man bringt diesen durch sanftes Drehen in den Hals der verkehrt gehaltenen Flaschen und läßt ihn da sich ablagern. Nach etwa 14 Tagen öffnet man den Pfropf mit Geschick. Aller Bodensatz sammt einer kleinen Menge Wein wird gewaltsam herausgetrieben. Den leeren Raum füllt man sogleich mit klarem Wein (unter Umständen auch mit Zuckersyrup), verkorkt die Flasche und überbindet den Kork mit Draht. Diese Operation heißt das Degorgiren. Fünf oder sechs Monate später kann der Schaumwein consumirt werden.

b) Zusatz von Zucker zum Moste. In Jahrgängen, in welchen durch ungünstige Witterungsverhältnisse die Ausbildung des Traubenzuckers in den Trauben nicht gehörig stattgefunden hat, setzen sehr viele Weinproducenten dem Moste soviel aus Stärke bereiteten Traubenzucker zu, als darin bei günstigerer Witterung sich während der Reife gebildet haben würde; oder mit anderen Worten, sie erhöhen das spec. Gewicht ihres Mostes durch Zuckerzusatz bis zu dem guter Jahrgänge und erzielen so einen Wein, der geistiger und lieblicher ist, als aus demselben Moste ohne Zuckerzusatz bereiteter, wie dies jeder unpartheiische Beurtheiler zugeben muß.

Es ist viel darüber gestritten worden, ob ein derartiges Verfahren erlaubt oder unerlaubt, klug oder unklug sei; ob dies Verfahren Weinverbesserung oder Weinverfälschung sei u. s. w. — Es sind dies Streitigkeiten, die niemals oder wenigstens nicht in nächster Zukunft in der Art entschieden werden, daß Jedermann überzeugt ist. Der Chemiker kann ein solches Verfahren nicht anders nennen als rationell. — Eine Nachweisung, daß zum Most Traubenzucker zugesetzt worden, ist weder beim Most noch Wein möglich. — Minder vernünftig, weil weniger naturgemäß, ist es, dem Moste oder Weine Alkohol zuzusetzen. — Oft wird der Chemiker aufgefordert, zu entscheiden, ob ein derartiger Zusatz stattgefunden habe. Es ist ihm nur dann möglich, wenn entweder mehr Weingeist zugesetzt wurde, als einem Weine der fraglichen Lage entspricht, oder wenn mit dem Weingeist etwas Fremdartiges in den Wein geschafft wurde, z. B. Kartoffelfuselöl.

F. Gehalt und Güte der Weine.

§. 388.

Die Beschaffenheit und Güte und somit auch der Werth der Weine ist abhängig von der Menge und dem relativen Verhältnisse der einzelnen Bestandtheile. — Folgende Tabelle giebt über die relativen Verhältnisse der Hauptbestandtheile einiger vorzüglichen Weine Aufschluß.

	Alkohol.	Extract im Ganzen.	Traubenzuck. wasserfrei	Freie Säure, ausgedrückt als Weinsäurehydrat $\overline{T}$, HO.	Wasser.	Spec. Gew.
Steinberger 1822r (5 Jahre alt) (Geiger)	10,87	9,94	—	—	—	1,0025
Steinberger 1846r (5 Mon. alt) Auslese, Fresenius.	10,170	10,555	8,628	0,424	78,275	1,0323
Steinberger 1846r (5 Mon. alt) Durchschnitt, Fresenius.	10,067	5,559	4,491	0,497	84,384	1,0070
Markobrunner 1822r (5 Jahre alt) Geiger.	11,60	5,10	—	—	—	1,0020
Markobrunner 1846r (5 Mon. alt) Fresenius.	11,141	5,178	4,521	0,533	83,861	1,0012
Rüdesheimer 1822r (5 Jahre alt) Geiger.	12,65	5,39	—		—	1,0020
Hattenheimer 1846r (5 Mon. alt) Fresenius.	10,707	4,214	3,580	0,556	85,079	0,9959
Hubberger (bei Weinheim) 1822 (5 Jahre alt) Geiger.	11,7	2,18	—	—	—	0,9925
Liebfrauenmilch 1822r (5 Jahre alt) Geiger.	10,62	2,27	—	—	—	0,993

Die gewöhnlichen Rhein- und Pfälzer Mittelweine enthalten 6 — 8 Proc. Weingeist. — Von den angeführten Weinen wesentlich verschieden sind die süßen Weine, wie sie in Spanien, Italien, Griechenland, überhaupt in heißeren Ländern, aus etwas eingetrockneten Weinbeeren bereitet werden. — Der Werth der Rheinweine und der ihnen ähnlichen ist, wenn man die analytischen Resultate mit dem Urtheil der Weinkenner vergleicht, 1) um so größer, a) je geringer der Gehalt an freier Säure, b) je größer der Gehalt an Zucker und Extract. — 2) Die Menge des Weingeistes ist in Bezug auf die Güte bei an und für sich ähnlichen Weinen ohne entscheidenden Einfluß. — 3) Aus dem specifischen Gewichte eines Weines läßt sich wenig abnehmen (sofern man nicht auch das kennt, welches der Most hatte).

Daß sich jedoch die Güte der Weine aus den angeführten Punkten allein immer noch nicht mit Gewißheit ergiebt, indem sie durch die geschmack- und geruchgebenden flüchtigen Substanzen hauptsächlich mit bedingt wird, bedarf kaum der Erwähnung. — Die Methoden, nach welchen man Weine auf ihren Gehalt an den oben angegebenen Hauptbestandtheilen prüft, siehe in der Abth. V. — Die Art der Bestandtheile, welche im Weinextracte neben Zucker enthalten sind, ergiebt sich aus der S. 546 mitgetheilten Uebersicht.

G. Krankheiten der Weine.

§. 389.

Enthalten Weine ihre Bestandtheile in Mißverhältnissen, oder werden sie nicht gehörig behandelt, so haben sie Eigenschaften oder nehmen solche an, welche ihre Güte beeinträchtigen oder sie ganz ungenießbar und unverkäuflich machen. Alle diese Zustände faßt man zusammen unter dem Namen Krankheiten der Weine.

Als wichtigste Weinkrankheiten sind zu nennen:

1) Das Langwerden. Der Wein wird dickflüssig und schleimig. — Nach François rührt dieser Zustand her von sich ausscheidendem Pflanzenleim. — Diese Ansicht wird dadurch bestätigt, daß solche Weine durch Zusatz von etwas Gerbesäure oder einer gerbesäurehaltigen Substanz wieder hergestellt werden.

2) Das Sauerwerden. Der Wein bekommt zuerst einen sogenannten Stich, allmälig wird er essigartig. Ursache: in der Regel Essigsäurebildung (erfolgt stets, wenn der Wein bei etwas höherer Temperatur mit Luft in Berührung bleibt), oder (seltener) Milchsäurebildung (tritt ein, wenn die zur Milchsäuregährung erforderlichen Bedingungen gegeben sind. (Letztere Ursache ist nicht erwiesen, aber sehr wahrscheinlich, v. Babo sen.)

3) Das Kahnigwerden. Auf der Oberfläche des Weines bilden sich Schimmelpflanzen. Es geschieht dies, wenn die Fässer nicht ganz angefüllt sind, oder der Spunden nicht fest schließt, besonders bei warmer Witterung.

Ueber weitere Krankheiten der Weine und die dagegen dienlichen Mittel vergl. v. Babo sen: »die Erzeugung und Behandlung des Traubenweines.« Frankfurt a. M. 1846, und Balling's »Gährungschemie.« Bd. I. Prag, 1845.

H. Verfälschungen und Verunreinigungen der Weine.

§. 390.

Ich habe schon oben meine Meinung darüber ausgesprochen, wie schwierig es ist, genau die Grenze zu ziehen zwischen Weinverbesserung und Weinverfälschung. Gewisse Zusätze zum Wein jedoch müssen offenbar mit letzterem Namen bezeichnet werden. In der Regel gelingt es dem Chemiker — bei dem heutigen Stande des Wissens — solche Verfälschungen nachzuweisen. Der Wein kann ferner durch Metallsalze zufällig verunreinigt sein.

Viele Weinproducenten und Consumenten nennen jede Operation eine Weinverfälschung, wodurch zum Weine etwas hinzukommt; sie sagen: der Wein ist ein natürliches Getränk, jeder Zusatz ist eine Fälschung. — Die so Urtheilenden möchte ich darauf aufmerksam machen, daß der Wein doch gar sehr der mannigfaltigsten künstlichen Nachhülfe bedarf, wenn er gerathen soll, wie sich aus dem Obenstehenden genugsam ergiebt, — und ferner darauf, daß sie in ihrem Urtheil nicht ganz consequent sind; oder warum nennen sie das Schwefeln der Fässer, das Schönen ꝛc. nicht auch Verfälschungen?

a. Abstumpfung der Säure im Wein. Früher bedienten sich gewissenlose Leute zuweilen eines Zusatzes von Bleiglätte, um die freien Säuren des Weines abzustumpfen. — Dieses Verfahren (welches leider zuweilen auch jetzt noch vorkommt) ist wahrhaft verbrecherisch, denn wenn auch die entstandenen Bleiverbindungen sich großentheils unlöslich abscheiden, so bleibt doch in der Regel, wegen Gehalts an Essigsäure, essigsaures Bleioxyd gelöst und vergiftet den Wein. — Ein Bleisalz enthaltender Wein wird durch Schwefelwasserstoffwasser schwarz gefällt oder gefärbt (§. 147). — Gegenwärtig stumpft man einen Theil der freien Säure im Wein öfters durch Kalk oder Kali ab. — Häufig giebt man sich hierbei der ganz irrigen Meinung hin, die freie Säure der Weine sei vorzugsweise Weinsteinsäure, und hofft, der gebildete weinsaure Kalk und Weinstein werde sich aus dem Weine abscheiden. — Diese Ansicht ist deswegen unrichtig, weil ein großer Theil der Säure in den Weinen Aepfelsäure ist, deren Kali- und Kalkverbindungen sich nicht ausscheiden. Dasselbe gilt von den essigsauren oder milchsauren Salzen, welche sich bei Abstumpfung sauer gewordener Weine bilden. — Die Nachweisung eines solchen Zusatzes ist deswegen nicht leicht, weil dadurch keine Substanzen in den Wein kommen, die nicht von Natur hätten darin sein können; sie wird aber alsobald möglich sein, wenn wir über den Aschengehalt der Weine genaue Angaben haben werden; denn in dem Falle wird man einen nach angegebener Art entsäuerten Wein sogleich an seinem ungewöhnlich hohen Aschengehalte erkennen.

b. Färbung rother Weine. Bei den rothen Weinen kommen Verfälschungen am häufigsten vor. Nicht unbeträchtliche Mengen von Färbemitteln werden alljährlich verbraucht, um aus weißen Weinen rothe zu machen. Um solche Verfälschungen zu entdecken, sind zwei Reagentien besonders geeignet, nämlich Alaun unter Zusatz von kohlensaurem Ammon, und Bleiessig. — Man erhält dadurch die Thonerde- und Bleioxyd-Verbindungen der aufgelösten Farbstoffe als unlösliche Niederschläge, deren Farbe einen Schluß auf die Natur der Färbemittel gestattet, wie folgende Uebersicht zeigt. — (Um die Niederschläge mit Alaun hervorzubringen, mischt man gleiche Mengen Wein und gesättigte Alaunlösung und fügt kohlensaures Ammon zu, aber nicht soviel, daß die Reaction alkalisch wird.)

bei	Die Niederschläge sind gefärbt mit Alaun und kohlens. Ammon:	mit Bleiessig:
natürlichem Rothwein	graulich	bläulichgrau
bei gefärbtem durch:		
Blauholz	dunkelviolet	schwach dunkelblau
Fernambukholz	karmoisinroth	weinroth
Klapperrosen	schiefergrau	schmutziggrau
Beeren des Zwergholunders	hellviolet	wenn die Beeren frisch: bläulich grau, überstehende Flüssigkeit violet; wenn die Beeren gegohren: lebhaft grün
Beeren des gemeinen Holunders	bläulich grau	schmutzig grün
Ligusterbeeren	hellgrün	grün
Heidelbeeren	hellviolet	graugrün
Malvenblüthen . . .	blauviolet	dunkelgrün.

c. Zusatz von Alaun. Um weißen Weinen, welche durch rothe Farbstoffe zu Rothweinen umgewandelt wurden, den adstringirenden Geschmack ächter Rothweine zu geben, wird öfters Alaun zugesetzt. Eine Nachweisung der Bestandtheile desselben genügt nicht, die fragliche Verfälschung zu beweisen, da Thonerde, Kali und Schwefelsäure von Natur im Weine sind oder, was erstere betrifft, sein können. Man kann daher eine solche Verfälschung nur dadurch darthun, daß man den Wein einäschert und zeigt, daß die Asche mehr Thonerde enthält, als natürliche Weine zu enthalten pflegen. Welchen Gehalt man als abnorm zu betrachten habe, darüber müssen jedoch genaue Untersuchungen normaler Weine erst belehren.

d. Durch Berührung mit Kupfer oder Messing können Weine einen Gehalt an Kupfer oder Zink, durch Schwefeln mit arsenhaltigem Schwefel einen Gehalt an Arsen bekommen. — Die Nachweisung solcher Verunreinigungen siehe in der Abtheilung V.

I. Obstweine.

§. 391.

Ebenso wie der Saft der Weinbeeren, so gehen auch die Säfte aller übrigen (zuckerhaltigen) Obstarten, wenn sie mit Luft in Berührung gewesen sind, bei geeigneter Temperatur in geistige Gährung über. Die so entstehenden Getränke heißen ebenfalls Weine. Man bereitet, wie bekannt, Aepfel-, Birn-, Stachelbeerwein ꝛc. — Die Obstsäfte sind zur Weinbereitung um so geeigneter, je zuckerhaltiger sie sind und je weniger freie Säure sie enthalten. Das Verfahren bei Bereitung der Obstweine, und die dabei stattfindenden chemischen Vorgänge entsprechen ganz dem beim Traubenweine Angeführten.

So gut wie Weinbeeren eignet sich übrigens kein sonstiges Obst zur Weinbereitung, weil nur in den Trauben ein großer Theil der Säure von saurem, weinsteinsaurem Kali herrührt, welches sich aus dem Wein abscheidet, während die in anderen Früchten enthaltene Aepfel- und Citronensäure unvermindert in den daraus bereiteten Weinen verbleibt. — Häufig setzt man den Obstsäften, z. B. dem Johannisbeersaft, vor oder während der Gährung Zucker zu und erzielt hierdurch einen stärkeren und süßeren Wein. Ueber die in Obstweinen enthaltenen Geruchssubstanzen fehlen alle Untersuchungen.

2. Die Bereitung des Bieres.

A. Materialien.

§. 392.

Zur Bereitung des Bieres wird erfordert:

a. der Same von Cerealien (Gerste, Weizen),

b. die weiblichen Kätzchen des Hopfens,

c. Wasser.

a. Die Bestandtheile der Gerste und des Weizens sind oben Seite 285 und 292 bereits mitgetheilt worden. Beide Getreidesamen sind um so geeigneter zum Bierbrauen, je reicher sie an Stärkemehl sind. — Die Prüfung darauf siehe in der Abth. V.

b. Die Bestandtheile des Hopfens siehe Seite 332. Der Hopfen ist um so werthvoller, je mehr Lupulin er enthält, weil dieses die wirksamen und bei der Bierbereitung hauptsächlich in Betracht kommenden Bestandtheile: Aetherisches Hopfenöl und Bitterstoff, vorzugsweise enthält.

c. Das Wasser ist zur Bereitung des Bieres um so tauglicher, je reiner es ist. Enthält es eine beträchtlichere Menge von Salzen, namentlich von Kalk- und Bittererdesalzen, wird es demnach beim Vermischen mit Seifenlösung sehr trübe, so ist es weniger geeignet; ganz zu verwerfen hingegen ist ein Wasser, welches organische Fäulniß- und Verwesungsprodukte in irgend merklicher Menge enthält, daher gelblich erscheint und unangenehm riecht.

Die Bierbrauerei zerfällt in zwei Hauptzweige, welche an den meisten Orten vereint, an anderen, namentlich in England, getrennt betrieben werden: das Malzen und das Brauen.

B. Das Malzen.

§. 393.

Das Malzen hat zum Zweck, Gerste oder Weizen in Malz zu verwandeln, d. h. die Samen durch Erweckung, Förderung und plötzliche Hemmung des Keimungsprocesses in der Weise zu verändern, daß sie reicher an Zucker und Gummi werden und vor Allem einen Gehalt an Diastase (S. 373) bekommen.

Um die Keimung einzuleiten, weicht man die Gerste oder den Weizen erst so lange ein, bis die Körner sich zwischen den Fingern leicht zusammendrücken und biegen lassen und keinen festen Kern mehr haben, läßt alsdann das Wasser abtropfen und schichtet auf Haufen. Die anfangs feuchten Körner werden bald trocken, die Temperatur erhöht sich, nach einigen Tagen beginnt das Keimen. Die Haufen werden von Zeit zu Zeit umgeschaufelt, auch kleiner und flacher gemacht, damit sich die Temperatur nicht zu sehr steigert. Hat das aus dem Korn kommende Würzelchen etwa die Länge des Korns erreicht (bei Weizen, bei Gerste läßt man es ein wenig länger werden), so unterbricht man den Keimungsproceß, indem man die Körner in dünner Schicht ausbreitet, dann auf luftigen Böden trocknet. Setzt man dies fort, bis die Körner ganz trocken geworden sind, so erhält man das sogenannte Luftmalz, trocknet man hingegen das Malz zuletzt bei erhöheter Temperatur auf Darren, so erhält man das Darrmalz. Durch Treten oder mit Hülfe von Putzmühlen, und Absieben entfernt man endlich die Würzelchen von den Körnern.

Wenn ein Same keimen soll, so müssen drei Bedingungen gegeben sein:

Wasser, Luft und geeignete Temperatur. Der niedrigste Wärmegrad liegt etwa bei + 8°, der höchste bei + 38° C. — Bei dem Malzen hat man daher Sorge zu tragen, daß diese Bedingungen gegeben sind. Hat z. B. die Luft nicht gehörig Zutritt, so schimmeln die Körner, aber sie keimen nicht. — Das Malz wird um so besser, je langsamer und regelmäßiger der Keimungsproceß verläuft; die Temperatur sei deshalb möglichst gleichmäßig und nicht zu hoch, 22° C. sollte sie nie übersteigen. 12—15° C. dürfte die geeignetste sein; in der Regel trifft man sie jedoch etwas höher (Otto).

Neben dem eigentlichen Keimungsproceß findet beim Malzen ein Verwesungsproceß Statt. Derselbe ist die Ursache der Temperaturerhöhung. — Sein Produkt, Kohlensäure, sammelt sich bei unvollständigem Luftzuge oft in so beträchtlicher Menge an, daß die Luft in den Keimtennen unathembar wird (vergl. §. 64, 2).

Die Darrvorrichtungen sind von sehr verschiedener Art; bei den älteren kommt der Rauch des Brennmaterials mit den Körnern in Berührung und verleiht denselben einen gewissen Gehalt an brenzlichen Produkten; bei den neueren wird dies vermieden. — Von dem Wärmegrad, welchem man das Malz auf der Darre aussetzt, und der Dauer des Darrens hängt die Farbe des Malzes ab, auch haben diese Umstände entschiedenen Einfluß auf Geschmack, Geruch und sonstige Eigenschaften desselben. — In der Regel stellt man drei Sorten von Darrmalz dar: blaßgelbes, bernsteingelbes und braungelbes.

Das Malz unterscheidet sich von den Getreidekörnern, aus denen es gewonnen wurde, durch seinen süßlichen, und mehr oder weniger aromatischen Geschmack, ferner dadurch, daß es auf Wasser schwimmt und daß es sich, wenn es zerstampft in Wasser von 70° eingerührt wird, allmälig bis auf die Hülsen auflöst (vergl. §. 276). —

Die Ursache dieser Verschiedenheit finden wir, wenn wir die Zusammensetzung der Getreidesamen mit der des daraus gewonnenen Malzes vergleichen.

Das im Getreide vorhandene Stärkemehl finden wir im Luftmalze oder dem sehr schwach gedarrten Malze theilweise in Dextrin und Zucker verwandelt. Die stickstoffhaltigen Bestandtheile der Samen sind zum Theil etwas verändert, Diastase ist gebildet worden. Die löslichen Bestandtheile der Samen sind größtentheils (beim Einweichen) ausgezogen und weggewaschen. — Beim bernsteingelben Darrmalz steigt die Menge des Dextrins, auch treten gewürzhafte, etwas bittere und färbende Röstungsprodukte deutlicher hervor; dagegen vermindert sich die Menge der wirksamen Diastase (bei 100° wird dieselbe unwirksam [S. 374]), — beim braunen Darrmalz endlich findet sich fast alles Stärkemehl in Dextrin verwandelt, der Gehalt der eben genannten Röstungsprodukte ist vermehrt, wirksame Diastase dagegen nicht oder kaum mehr vorhanden. — Genaue quantitative Analysen von Malz fehlen.

Von 100 Gewichtstheilen Gerste oder Weizen erhält man etwa 80 Gewichtstheile trocknes Malz. — Wie diese Thatsache aufzufassen, ergiebt sich aus folgender Uebersicht (Otto):

Beim Einweichen lösen sich an Salzen, Gummi ꝛc. etwa	1,5 Proc.
Der Verlust, welcher durch den Verwesungsproceß, das Absieben der Würzelchen, die tauben Körner ꝛc. entsteht, beträgt etwa	6,5 »
Wasser entweichen etwa	12,0 »
Malz werden erhalten	80,0 »
Summa	100,0 Proc.

C. Das Brauen.

I. Darstellung der Würze.

§. 394.

Die Darstellung der Würze zerfällt in drei getrennte Operationen:

1) das Schroten des Malzes;

2) das Einmeischen;

3) das Kochen und Hopfen der Würze.

1) Das Schroten des Malzes. Es hat zum Zwecke, das Malz in der Art zu verkleinern, daß es zum Ausziehen möglichst geeignet ist. Es geschieht am besten zwischen eisernen Walzen, am häufigsten aber zwischen Mühlsteinen. Im letzteren Falle muß es, um zu starker Erhitzung und dem Zerreißen der Hülsen vorzubeugen, etwa zwölf Stunden vor dem Schroten mit Wasser eingesprengt werden.

Die Operation ist um so vollkommener ausgeführt, je vollständiger der mehlige Kern zerdrückt, und je weniger die Hülse zerrissen wird. — Ist ersteres nur unvollkommen geschehen, so wird später nicht alles Lösliche aufgelöst; sind dagegen die Hülsen zu Pulver zerrieben, so läßt sich die Meische nicht bearbeiten und die Würze nicht abseihen.

2) Das Einmeischen hat zum Zweck, das im Malze enthaltene Stärkemehl durch Einwirkung der Diastase in Dextrin und Zucker zu verwandeln und alles Lösliche in Auflösung zu bringen. Man wendet zu diesem Zwecke zwei verschiedene Methoden an, welche sowohl in Bezug auf Ausführung als Produkt wesentlich von einander abweichen. Zu besserem Verständnisse sei daran erinnert, daß die Diastase am raschesten zwischen 60 und 70° C. auf Stärkemehl wirkt, und hinzugefügt, daß bei Erhitzung über 75° C. nur Dextrin aber kein Zucker gebildet wird.

a. Das in Norddeutschland und England übliche Verfahren besteht darin, daß man das Malzschrot in einem geeigneten Bottich, der unten eine Schicht Stroh, und darüber einen durchlöcherten falschen Boden enthält, mit Wasser von 40—60° C. einteigt und zu einer gleichförmigen breiigen Masse verarbeitet, nach einiger Zeit fast siedendes Wasser zusetzt, bis die Masse, welche fortwährend tüchtig durchgearbeitet wird, eine Temperatur von 62—72° C. erreicht hat. Sie bleibt alsdann bedeckt etwa eine Stunde stehen. — Nach dieser Zeit ist die vorher dickliche, trübe und fade schmeckende Masse dünnflüssig, klar und süß geworden. Man öffnet nun den zwischen dem wahren und falschen Boden befindlichen Hahn und läßt den Malzauszug, die Würze, entweder in den Würzbrunnen (eine in der Erde befindliche Cisterne) oder sogleich in die Braupfanne (wenn deren zwei vorhanden sind) abfließen. Alsdann giebt man eine neue Portion Wasser von etwa 90° C. in den Meischbottich, arbeitet von Neuem durch, läßt einige Zeit stehen und zapft alsdann wiederum ab (zweiter Guß). Je nach Umständen werden beide Aufgüsse vereinigt, oder gesondert verwendet.

b. Das in Baiern übliche Verfahren. Man bringt in den Meischbottich die Hälfte der zum Einmeischen bestimmten Wassermenge oder etwas mehr, alsdann das Malzschrot, rührt tüchtig um und läßt 4—6 Stunden stehen. Während dieser Zeit erhitzt man in der Braupfanne die andere Hälfte des erforderlichen Wassers, den sogenannten Guß, zum Sieden, und bringt von demselben so viel zu dem eingeteigten Malzschrot, daß die Temperatur auf 37,5 bis 39° C. steigt, wobei die Masse fortwährend gut umgerührt wird. Ist diese Temperatur erreicht, so wird der dickere Theil der Meische in die Pfanne gebracht und eine Stunde lang gekocht, dann zurückgeschöpft. Die Temperatur der gut durchgearbeiteten Meische steigt hierdurch auf 56° C. — Dieselbe Operation wird nunmehr zuerst nochmals mit dem dickeren, zuletzt mit dem dünneren Theil der Meische wiederholt, wodurch der Inhalt des Meischbottichs zuletzt eine Temperatur von 77,5 bis 80° C. annimmt. Der bedeckte Bottich bleibt nunmehr noch 1—1½ Stunden stehen, alsdann wird die Würze abgelassen. — Die durch das erste Auswaschen erhaltene leichte Würze wird zu Nachbier, Branntwein oder Essig benutzt; die durch das zweite Auswaschen erhaltene, das sogenannte Glattwasser, dient als Getränk für's Vieh oder zur Branntweinbereitung.

Die Hauptgefahr beim Meischen ist das Sauerwerden der Meische in Folge von Milchsäuregährung, zu welcher, wie man sieht, alle Bedingungen vorhanden sind (vergl. §. 277). Da nämlich die Milchsäure die stickstoffhaltigen Bestandtheile des Malzes in beträchtlicher Menge löst, und da dieselben durch die Gährung später nicht mehr hinlänglich entfernt werden können, wenn die in Lösung befindliche Portion zu bedeutend ist, — da sie ferner als Sauerstoff absorbirende und übertragende Substanzen zur Essigsäurebildung Veranlassung geben, so sieht man leicht ein, weshalb aus trebe- oder seihsaurer Meische — so heißt die sauer gewordene — haltbares Bier nicht gebraut werden kann.

Die Kunst beim Meischen besteht demnach im Wesentlichen darin, daß man die Auflösung des Stärkemehls ausführt und das Sauerwerden vermeidet. — In je kürzerer Zeit man den Auflösungsproceß vollführt, um so weniger wird man Gefahr laufen, saure Meische zu bekommen. — Sofern nun das erste Meischverfahren in weit kürzerer Zeit ausgeführt werden kann, als das letztere, so scheint es, als ob bei diesem die Gefahr der Milchsäurebildung größer sei. Dem ist aber nicht so, indem die Meische sich immer zum Theil in einer so hohen Temperatur befindet, daß dabei Milchsäuregährung nicht eintreten kann, — und indem sie zuletzt, wenn sie stehen gelassen wird, durch das Kochen von einem großen Theile der aufgelöst gewesenen stickstoffhaltigen Substanzen befreit ist, welche die Erreger der Säuerung sind.

Die erhaltene Würze ist, wie sich aus dem Gesagten ergiebt, unter allen Umständen eine Pflanzenleim und Eiweiß, ferner Spuren von fettem Oel und Salze enthaltende Dextrin- und Zuckerlösung. — Sie besitzt einen angenehm süßen Geschmack, welcher zugleich aromatisch ist, wenn sie von Darrmalz gezogen wurde. — Die nach dem Bairischen Verfahren bereitete ist ärmer an stickstoffhaltigen Substanzen, — klarer, weil das gerinnende Eiweiß die gekochten Theile geklärt hat, und reicher an Dextrin, weil die Auflösung des Stärkemehls zum Theil in der Siedhitze erfolgt und die Diastase in der Meische nicht mehr hinreicht, das Dextrin in Zucker überzuführen, indem die in den gekochten Meischportionen enthaltenen Quantitäten ihre Wirksamkeit verlieren.

Die Concentration einer Würze, d. h. ihr Gehalt an aufgelösten Substanzen (welche man in der Regel unter dem Namen Malzextract zusammenfaßt)

läßt sich aus ihrem specifischen Gewichte ersehen, da dieses mit der Concentration steigt. — Die folgende Tabelle, welche Prechtl aus Versuchen abgeleitet hat, belehrt, welchem Gehalte an Malzextract die verschiedenen specifischen Gewichte entsprechen. Der Vergleichung halber sind die Grade der gewöhnlichen Bierwagen beigefügt:

Spec. Gewicht bei 15° C.	Grade der Bierwage	Malzextract in Procenten
1,01	1	2,17
1,02	2	4,45
1,03	3	7,06
1,04	4	9,58
1,05	5	11,97
1,06	6	14,32
1,07	7	16,48
1,08	8	18,78
1,09	9	21,03
1,10	10	23,13
1,11	11	25,31
1,12	12	27,31
1,13	13	29,51
1,14	14	31,73
1,15	15	33,88
1,16	16	35,95
1,17	17	37,94

Balling, welcher aus seinen Versuchen den Schluß gezogen hat, daß Zuckerlösung und Bierwürze bei gleichem Procentgehalte (beziehungsweise an Zucker und Malzextract) gleiches specifisches Gewicht haben, benutzt zur Prüfung der Würze die §. 384 angeführte, nicht vollkommen mit der Prechtlschen übereinstimmende Tabelle.

3) Das Kochen und Hopfen der Würze. Der erhaltene Malzauszug wird jetzt — und zwar, um weitere Säuerung zu vermeiden, so schnell wie möglich — zum Sieden erhitzt und darin erhalten. Dieses Kochen hat erstlich den Zweck, alles Gerinnbare abzuscheiden, ferner den, durch Wasserverdunstung die gehörige Concentration herzustellen.

Bei dem nach der erstangeführten Methode bereiteten, an Eiweiß reichen Malzauszuge, scheiden sich dabei große klumpige Massen aus, — bei dem nach Bairischer Art bereiteten dagegen bildet sich nur wenig Schaum. Wenn das Abgeschiedene sich schnell zu Boden setzt, ist die Würze gahr. Ob die Concentration die richtige ist, ersieht man aus dem specifischen Gewichte. Folgende Angaben belehren, wie weit man je nach der zu bereitenden Biersorte die Würze etwa einzukochen hat.

Leichte Biere . . . . Würze von 10—12 Proc. Malzextract,
Mittelstarke Biere . . » » 12—15 » »
Starke » . . » » 15—18 » »

Ungefähr eine Stunde, ehe die Würze die erforderliche Concentration erreicht hat, setzt man derselben den Hopfen zu und zwar ¾ bis 3 Pfund auf 100 Pfund Malz. In Baiern nimmt man zwei Pfund.

Sobald der Hopfen gehörig ausgezogen ist, und die Würze den geeigneten Concentrationsgrad erreicht hat und vollkommen klar geworden, wird das Kochen unterbrochen, die Würze abgezapft und durch Stroh durchgeseiht. Sie stellt nunmehr eine Auflösung von Stärkezucker und Dextrin dar, welche geringere Mengen von stickstoffhaltigen Substanzen, etwas Fett, das Aroma des Darrmalzes, das des Hopfens, den Bitterstoff des letzteren und Salze (aus dem Malz und Hopfen) enthält.

II. Gährung der Würze.

§. 395.

Der Zweck dieser Operation ist: einen Theil des Stärkezuckers durch geistige Gährung in Weingeist und Kohlensäure zu verwandeln.

Das Bier ist um so haltbarer, bei je niederer Temperatur man die Gährung verlaufen läßt, wobei jedoch die niedrigste Temperatur, bei welcher sie überhaupt noch möglich ist (10° C), nicht überschritten werden darf. Je niedriger nämlich die Temperatur, um so geringer ist die Gefahr, daß ein Theil des gebildeten Alkohols in Essigsäure übergeht. Würde man die Gährung so weit vorschreiten lassen, bis aller Zucker zersetzt wäre, so bekäme man zwar eine geistigere Flüssigkeit, aber kein Bier, denn zum Wesen eines solchen gehört eben, daß es noch Zucker enthält.

Wir haben die gehopfte Würze oben verlassen, nachdem sie durchgeseiht war. In der Regel sammelt man sie in dem Meischbottich, läßt sie von da in den Würzbrunnen fließen und pumpt sie aus diesem in das Kühlschiff, einen großen und flachen Behälter, welcher so eingerichtet ist, daß ein beständiger Luftzug darüber hinweggeht. Diese Operationen, namentlich der Aufenthalt in dem Kühlschiffe, haben zum Zwecke, die Würze so rasch als möglich abzukühlen, damit sie nicht (durch Milchsäuregährung) sauer werde, was bei langsamer Erkaltung unfehlbar erfolgen würde.

Auf diese Abkühlung hat begreiflicher Weise der Feuchtigkeitszustand und die Temperatur der Luft, der Wind, die Heiterkeit des Himmels ꝛc. entschiedenen Einfluß, daher die Frühlings- und Herbstmonate zum Bierbrauen die geeignetsten sind, und in hellen Nächten, bei ungehinderter Ausstrahlung nach dem Himmelsraume, die Abkühlung am schnellsten erfolgt. In manchen Brauereien befördert man die Verdunstung und somit auch die Abkühlung, indem man durch mit Windflügeln versehene Maschinen einen künstlichen Luftzug hervorbringt.

Die Temperatur, bis zu welcher man die Würze abkühlt, ist verschieden, je nach der Temperatur des Gährlokals und der Gährungsart, welcher man das

Bier unterwerfen will. Die Erfahrung hat folgende Temperaturgrade als die geeignetsten kennen gelehrt:

Temperatur des Gährlokals:	Temperatur der Würze bei Untergährung:	bei Obergährung:
6—7° C.	12° C.	15° C.
7—8° C.	11° C.	14° C.
8—9° C.	10° C.	13° C.
9—10° C.	9° C.	12° C.
10—12° C.	7—8° C.	10—11° C.

Wenngleich es nun von der Temperatur hauptsächlich abhängt, ob die Würze unter heftiger Kohlensäureentwicklung und unter Abscheidung der unlöslich werdenden Substanzen auf der Oberfläche, oder ob sie unter langsamer Kohlensäureentwicklung und unter Abscheidung der ausgeschiedenen Substanzen auf dem Boden gährt, d. h. ob sie Ober- oder ob sie Untergährung erleidet, so spielt dabei doch auch die Art der Hefe, welche man zur Einleitung der Gährung zusetzt, eine wichtige Rolle; denn die Oberhefe veranlaßt, wenn die Temperaturverhältnisse es irgend zulassen, immer wieder Obergährung, die Unterhefe Untergährung.

Die erste Gährung läßt man stets in offenen Kufen verlaufen, gleichgültig ob man ober- oder untergähriges Bier macht, die Nachgährung aber in Fässern.

Eine gut verlaufende Obergährung bietet folgende Erscheinungen dar:

Zuerst bildet sich am Rande ein Reif von weißem Schaum (Ansetzen der Würze), allmälig bedeckt sich die ganze Oberfläche damit (Rahmen der Würze). Weiterhin beginnt die Kohlensäureentwicklung deutlich bemerkbar zu werden, gleichzeitig entsteht eine schaumige leichte, oft fußhohe Decke, aus producirter Hefe und Schaumblasen bestehend, von weißem Ansehen (Erhöhung der Würze), zugleich steigt die Temperatur der Würze, so daß sie oft 5—7° C. höher ist, als die des Lokals. — Gegen das Ende läßt die Gasentwicklung nach, die Temperatur sinkt wieder, und die Decke löst sich vom Rande des Bottichs ab (Abtreten der Würze).

Die Erscheinungen der Untergährung sind im Ganzen ähnlich, unterscheiden sich jedoch dadurch, daß sich die Kohlensäure minder stürmisch und in kleineren Blasen entwickelt, daß sich auf der Oberfläche niemals eine dicke Decke, sondern nur ein dünner, anfangs weißer, allmälig bräunlicher Schaum bildet, und daß sich die Temperatur niemals so stark erhöht, als bei der Obergährung.

Die Dauer der Gährung ist nach Temperatur, Güte der Hefe, Art und Concentration der Würze ꝛc. verschieden, bei Untergährung länger als bei Obergährung; im Durchschnitt kann man 5—10 Tage rechnen.

Das Bier kommt nun in größere oder kleinere Fässer, je nachdem es zu baldiger Consumtion oder zum Lagern bestimmt ist, die Spunden bleiben offen. Es erleidet darin eine Nachgährung. Die producirte Hefe läßt man überfließen. Wenn das Bier ruhig geworden, schlägt man die Spunden zu, läßt klar werden und verzapft alsdann das nicht zum Lagern bestimmte.

In diesem Zustande ist jedoch die Gährung des Bieres immer noch nicht beendigt, sondern sie geht noch fort, aber überaus langsam, und diese langsame Nachgährung ist die wesentlichste Bedingung guten Bieres. Sie muß den in Fässern lagernden Bieren die durch die Dauben abdunstende Kohlensäure unaufhörlich ersetzen; denn geschähe dies nicht, so würde das Bier allmälig seine Kohlensäure verlieren und schal werden. — Sie ist es, welche veranlaßt, daß auf Flaschen abgezogenes Bier so stark schäumt, denn hier kann ja die sich fortwährend entwickelnde Kohlensäure nicht entweichen. Es ist bekannt, wie viele Flaschen springen, wenn man zu junges Bier in dieselben einschließt.

D. Wesen, Haltbarkeit, Güte, Gehalt und Verfälschungen des Bieres.

§. 396.

Aus dem Vorhergehenden ergiebt sich unmittelbar, was das Bier ist. Es stellt nämlich eine noch in überaus langsamer Gährung begriffene wässerige Flüssigkeit dar, welche außer Alkohol, Dextrin, Aroma des Darrmalzes, Hopfenöl, Bitterstoff, fetten Materien, Salzen und etwas freier Säure (Essigsäure, Milchsäure), stets auch noch Zucker und stickstoffhaltige, in ganz langsamer Umsetzung begriffene Bestandtheile enthält und mit Kohlensäure gesättigt ist.

Was die Haltbarkeit des Bieres betrifft, so währt dieselbe bei dem in Fässern aufbewahrten so lange, als die langsame Gährung noch stattfindet, und demnach die verdunstende Kohlensäure durch neu erzeugte ersetzt wird. Der Haltbarkeit des Bieres thut jedoch noch ein zweiter Umstand Eintrag; es ist die Neigung des Alkohols, unter Mitwirkung der Sauerstoff absorbirenden sonstigen Bestandtheile des Bieres (hauptsächlich der stickstoffhaltigen) in Essigsäure überzugehen. —

Es ist jetzt leicht einzusehen, weshalb man zum Aufbewahren des Bieres möglichst kühle Keller baut; denn wir wissen ja, daß die Processe der Gährung und Essigbildung um so langsamer verlaufen, je niedriger die Temperatur ist. — Alle übrigen Mittel, welche erfahrungsmäßig zur Haltbarkeit des Bieres beitragen, als: Starkbrauen, starkes Hopfen, Anwendung stark gedarrten Malzes, wirken ohne Ausnahme in derselben Weise, d. h. dadurch, daß sie den Verlauf der langsamen Gährung, und unter Umständen der Essigbildung, verzögern. — Von besonders wichtigem Einflusse ist auch die Menge der aufgelösten stickstoffhaltigen Substanzen, welche die Erreger der Gährung und die Beförderer der Essigbildung sind, daher unter sonst gleichen Umständen das untergährige Bier haltbarer ist, als das obergährige; denn ersteres ist in Folge des vollständigeren Luft- (Sauerstoff-) Zutrittes während der Gährung weit ärmer an stickstoffhaltigen Materien, als das obergährige.

Die Güte des Bieres richtet sich nach den richtigen Mischungsverhältnissen seiner Bestandtheile. Außer den genannnten soll es keine weiteren enthalten. Vor allem aber entscheidet der Geschmack. —

Zwischen obergährigem und untergährigem Bier lassen sich außer den bereits mitgetheilten noch folgende, lediglich von der Bereitungsmethode abhängige, Unterschiede anführen:

1) das untergährige ist etwas reicher an Alkohol, weil sich in Folge der niedrigeren Temperatur während der Gährung weniger Alkohol verflüchtigt;
2) mit der Oberhefe wird mehr Bitterstoff des Hopfens aus der Würze entfernt (die Oberhefe schmeckt bekanntlich weit bitterer als die Unterhefe), daher hat das untergährige Bier unter sonst gleichen Umständen einen bittereren, piquanteren Geschmack;
3) in Folge der höheren Gährungstemperatur bildet sich bei obergährigem Biere stets mehr Essigsäure als bei untergährigem. — Dieser Umstand trägt ebenfalls zu der geringeren Haltbarkeit des ersteren wesentlich bei.

Der Gehalt der Biere ist begreiflicher Weise sehr verschieden. Zur Belehrung in Betreff dieses Punktes theile ich folgende Analysen mit:

	Englische Biere (Will)		Bairische Biere (Kaiser)		(Fuchs)	Jenaer Bier (Carl)	Prager Braunbier (Balling)
	Burton Ale	Pale Ale	Bockbier	Salvator-Bier	Gewöhnl. Münchener Bier		
Alkohol	6,622	5,570	4,02	4,20	3,20	3,018	3,558
Extract*) . . .	14,967	4,621	7,22	8,05	5,90	6,189	5,000
Kohlensäure . .	0,039	0,067	0,16	0,18	0,15	?	?
Wasser	78,372	89,742	88,60	87,57	90,75	90,793	91,442
	100,000	100,000	100,00	100,00	100,00	100,000	100,000

Die Art, wie man Biere auf die Quantität ihrer Hauptbestandtheile prüft, siehe in der fünften Abtheilung.

Verfälschungen kommen bei Bieren hauptsächlich folgende vor:

1. Verwendung anderweitiger bitterer Substanzen statt des Hopfens, z. B. des Tausendgüldenkrautes, der Enzianwurzel 2c. — Auf chemischem Wege läßt sich ein derartiger Zusatz nicht leicht nachweisen. — Sollten aber die sehr giftigen (Strychnin enthaltenden) Krähenaugen (die Samen von Stychnos Nux vomica) verwendet worden sein, so läßt sich dies schon dadurch darthun, daß in solchem Falle durch Thierkohle sich der bittere Geschmack des Bieres nicht entfernen läßt.

2. Zusatz betäubender Pflanzenstoffe, z. B. von Kokkelskörnern (den Samen von Menispermum Cocculus), von Ledum palustre, Bilsenkraut, Belladonna 2c., um die berauschenden Eigenschaften des Bieres zu vermehren. —

*) Unter Extract ist hier die Gesammtheit aller nicht flüchtigen Bestandtheile des Bieres — bei 100° getrocknet — verstanden.

Ein Zusatz der Art giebt sich bald durch die nachtheilige Wirkung des Bieres zu erkennen; die Nachweisung auf chemischem Wege gelingt nur schwierig.

3. Zusatz von Säure abstumpfenden Mitteln, um sauer gewordenes Bier noch zum Ausschenken geeignet zu machen. — Als solche werden Potasche, Soda, kohlensaurer Kalk und kohlensaure Magnesia benutzt. — Zusatz von den beiden ersteren läßt sich leicht erkennen, wenn man das Bier eindampft, den Rückstand glüht, mit Wasser auslaugt, die Lauge eindampft und Salzsäure zugießt. Entsteht Aufbrausen, so ist ein Alkali zugesetzt worden, denn normales Bier ist frei oder fast frei von Alkalien. — Zusatz von Kalk oder Magnesia hingegen läßt sich nur dadurch nachweisen, daß man die Menge dieser Basen bestimmt und sie mit der in normalen Bieren enthaltenen vergleicht.

3. Die Bereitung des Branntweins.

§. 397.

Branntweine werden wie bekannt durch Destillation gegohrener Flüssigkeiten erhalten. Sie stellen Mischungen von Wasser und Weingeist in mannigfachen Verhältnissen dar, und die aus verschiedenen gegohrenen Flüssigkeiten gewonnenen unterscheiden sich von einander durch einen Gehalt an flüchtigen Nebenprodukten der Gährung, von denen wir die bekannteren oben (§. 271 u. f.) angeführt haben.

Die Materialien, aus denen Branntwein bereitet werden kann, können von dreifacher Art sein, nämlich:

a) bereits gegohrne (Alkohol enthaltende) Flüssigkeiten, als Weine, Obstweine;
b) Zucker enthaltende Substanzen, z. B. Zuckersyrup, Aepfelmost ꝛc.;
c) Stärkemehl enthaltende Substanzen.

Je nach der Art des Materials zerfällt alsdann die Branntweindarstellung in folgende Hauptoperationen. Es erfordern nämlich die Materialien, welche eben angeführt wurden, unter

a) nur Destillation;
b) Gährung und Destillation;
c) Meischen, Gährung und Destillation.

Uns interessirt vorzugsweise die Darstellung aus den Materialien c, als die am häufigsten angewendete; auch schließt sie, wie man sieht, die anderen Bereitungsweisen in sich.

Als stärkemehlhaltige Materialien werden in der Regel verwendet: Getreidesamen und Kartoffeln.

A. Darstellung der Meische.

§. 398.

1) Bei Anwendung von Getreide allein.

Da das Einmeischen hier, wie bei der Bierbereitung, die Ueber-

führung des Stärkemehls in Zucker durch Diastase zum Zwecke hat, so kann sie ohne Malz nicht ausgeführt werden. In der Regel verwendet man ein Gemenge von gemalztem und ungemalztem Getreide, meist 2—3 Thle. des letzteren auf 1 Thl. Malz. Die Körner müssen, damit der Auflösungsproceß leicht von Statten gehen kann, geschroten werden. Das Einmeischen geschieht in einem meist ovalen oder runden, mehr flachen als hohen Bottich, und besteht in groben Umrissen darin, daß man das Schrot mit warmem Wasser von geeigneter Temperatur zusammenbringt, die Masse durcharbeitet und stehen läßt, bis alles Stärkemehl in Zucker übergeführt ist. Durch Abkühlung und Zugießen von kaltem Wasser (Zukühlen) bringt man alsdann die Meische auf die Temperatur, bei welcher man sie zur Gährung anstellen will.

Das Getreide ist zur Branntweinbrennerei um so geeigneter, je reicher es an Stärkemehl ist. — Zu Weizen nimmt man in der Regel Gerstenmalz, zu Roggen Gersten- oder Weizenmalz. — Die Ausführung des Meischens wird entweder mit Hülfe von heißem Wasser allein oder gleichzeitig mit Hülfe von Dampf betrieben; und zwar teigt man entweder zuerst mit Wasser von 60° C. ein und erhöht nach einiger Zeit und nach tüchtigem Durcharbeiten die Temperatur durch Zugießen von heißem Wasser oder durch Einleiten von Dampf auf etwa 65° C., oder man rührt das Malz sogleich in Wasser von 70 bis 75° C. und läßt es alsdann stehen. — Die Menge des beim Einmeischen zu verwendenden Wassers hängt ab von der Concentration, welche man der Meische überhaupt geben will. Soll diese im Ganzen auf 1 Thl. Getreide 8 Thle. Wasser enthalten, so nimmt man beim ersten Meischverfahren etwa die Hälfte, beim zweiten $^3/_8$ des im Ganzen erforderlichen Wassers. Der Rest wird später als Zukühlwasser zugesetzt. — Die Abkühlung der Meische geht im Bottich nur sehr langsam von Statten, daher verwendet man, wie bei der Abkühlung der Bierwürze, in gut eingerichteten Brennereien Kühlschiffe. Der Grad der Abkühlung, welchen die Meische erreichen muß, ist abhängig von der Menge des Zukühlwassers, welches noch zuzusetzen ist, von der Kälte desselben und von der Temperatur, bei welcher man die Meische zur Gährung anstellen will. —

2) Bei Anwendung von Kartoffeln und Malz.

Die Darstellung der Meische aus diesen Materialien zerfällt in folgende Unterabtheilungen:

a) Kochen und Zerquetschen der Kartoffeln;

b) Einmeischen;

c) Abkühlen und Zukühlen.

Wir haben nur a) und b) näher zu besprechen, da c) vollkommen übereinkommt mit dem unter 1) Erwähnten.

Die Kartoffeln werden je nach Beschaffenheit geradezu, oder nach vorhergegangenem Waschen, in einem großen Fasse mittelst Dampfs gargekocht, alsdann zwischen steinernen oder eisernen Walzen oder auf an ere Weise zerdrückt.

Das Meischen geschieht in der Regel (es giebt eine bedeutende Anzahl mehr oder weniger abweichender Methoden) auf die Art, daß man das erforderliche Malz (auf 100 Pfund Kartoffeln nimmt man 4—6 Pfund Gerstenmalz) mit dem zum Einmeischen bestimmten Wasser von etwa 25° C. in den Vormeischbottich bringt, alsdann die unter den Walzen hervorkommende Kartoffelmasse noch heiß einrührt und tüchtig durcharbeitet. Man hat dabei natürlich zu sorgen, daß die Temperatur der ganzen Masse auf 60—65 C. steigt, aber nicht viel höher wird. Der bedeckte Bottich bleibt ein paar Stunden stehen, dann wird ab- und zugekühlt, wie oben angegeben.

Bei der Auswahl der Kartoffeln zum Branntweinbrennen hat man wiederum vor Allem auf ihren Gehalt an Stärkemehl Rücksicht zu nehmen. Beim Kochen quellen die Stärkekügelchen unter Aufnahme von Wasser aus dem Safte an; das gerinnende Eiweiß und die Zellulose verhindern, daß ihre Beschaffenheit kleisterartig wird.

B. Gährung.

§. 399.

Die Gährung der Branntweinmeische hat einen von der des Weinmostes und der Bierwürze verschiedenen Zweck; sie ist nämlich nur dann normal, wenn aller vorhandene Zucker zerlegt, d. h., in Alkohol und Kohlensäure übergeführt wird. Eine solche durchgreifendere Gährung wird vor Allem dadurch bewirkt, daß man sie bei höherer Temperatur (20—26° C.) eintreten und verlaufen läßt, und daß man bereits gebildete Hefe in ziemlicher Menge zusetzt. Man läßt die Gährung in offenen Bottichen vor sich gehen. Sie beginnt bald und ist in drei bis vier Tagen beendigt.

Als Gährungserreger setzte man früher fast allgemein der Branntweinmeische Bierhefe zu, jetzt verwendet man öfters Preßhefe (durch Abpressen der Bier- oder Branntweinmeischhefe zu erhalten), frische Branntweinmeischhefe von einen Tag früher angestellter Meische u. s. w. — Die Erscheinungen bei der Gährung der Branntweinmeische sind im Allgemeinen denen der Biergährung (Obergährung) ähnlich. Zuerst erscheint ein weißer Reif von Schaum, bald entwickeln sich Bläschen an der ganzen Oberfläche, es bildet sich eine starke Decke von Hefe, zersetzter Hefe, Pflanzenfaser, Malzhülsen 2c. — Der raschere Verlauf giebt sich durch ein vermehrtes Geräusch (von entweichender Kohlensäure herrührend) zu erkennen, die Meische nimmt einen geistigen und zugleich säuerlichen Geruch an, ihre Temperatur erhöht sich um 5 — 8° C. — Allmälig mindert sich die Gasentwicklung, endlich hört sie auf, die Hülsen senken sich, ein Licht, in den oberen Theil des Bottichs gehalten, erlischt nicht mehr, die Meische ist *weingar*, wie man zu sagen pflegt. — Der Gährbottich wird anfangs zweckmäßig bedeckt gehalten, damit die Temperatur sich möglichst gleich bleibt, alsdann unbedeckt gelassen, damit sie sich nicht zu sehr erhöht, zuletzt wieder bedeckt, damit die Luft

abgehalten und der Uebergang des Alkohols in Essigsäure möglichst beschränkt wird. — Ganz hintertrieben kann jedoch bei der hohen Gährungstemperatur die Säuerung nicht leicht werden.

C. Destillation.

§. 400.

Die gegohrene Branntweinmeische enthält, wie sich aus dem Vorhergehenden ergiebt, folgende Bestandtheile:

a) nicht flüchtige:	b) flüchtige:
Kartoffelschalen, Malzhülsen, oft auch Kartoffelstücke	Weingeist
Kartoffelfaser und Faser des Getreidesamens	Wasser
Gummi ?	Essigsäure
Salze und Aepfelsäure	Fuselöl
Hefe, zersetzte Hefe und überhaupt Eiweiß und Pflanzenleim, mehr oder weniger verändert.	

Erhitzt man demnach die gegohrne Meische in einem Destillationsapparat andauernd, so werden die flüchtigen Substanzen von den nicht flüchtigen getrennt. Das Uebergehende heißt Lutter, das Zurückbleibende Schlempe. Destillirt man den Lutter neuerdings, so erhält man (weil die Flüssigkeit bei niedrigerer Temperatur siedet, vergl. §. 267) ein an Weingeist reicheres Destillat, welches zugleich weniger Fuselöl und Essigsäure enthält. Setzt man dem Lutter Holzasche oder Kalk zu, so ist der Branntwein — denn so heißt nun das Produkt dieser zweiten Destillation — frei von Essigsäure.

Die Apparate, deren man sich zur Ausführung der Destillation bedient, sind sehr mannigfaltig. — Um sich die Uebersicht über dieselben zu erleichtern, kann man sie folgendermaßen eintheilen:

1. Apparate, welche erst Lutter liefern.
   a) Solche mit direkter Feuerung.
   b) Solche mit Dampfheizung.
2. Apparate, welche sogleich Branntwein oder Spiritus liefern.
   a) Solche mit direktem Feuer.
   b) Solche mit Dampfheizung.

Die älteren Apparate gehören der Abtheilung 1. a. an. Sie bestehen aus einer Blase, einem Helme und einem in einem Kühlfasse enthaltenen Schlangenrohre. Bei den aller einfachsten wird eine und dieselbe Blase zum Luttern und zum Weinen benutzt, bei den meisten aber findet man eine Lutter- und eine Weinblase. Die beim Rektificiren des Lutters zuerst übergehende Flüssigkeit ist klar, allmälig wird sie unklar, zuletzt milchig. Es rührt dies vom Fuselöl her, welches zuletzt (bei der höheren Temperatur) in größerer Menge übergeht und in der weingeistarmen Flüssigkeit nicht gelöst bleiben kann. Ein Theil des Fuselöls bleibt (oft grün gefärbt durch Kupferoxyd) auf dem Flanelltuche zurück, durch welches man das Destillat filtriren läßt.

Bei den neueren Apparaten wird vor Allem die zur folgenden Destillation

bestimmte Meische durch die übergehenden Dämpfe oder auf eine sonstige Art vorgewärmt, wodurch eine bedeutende Ersparniß an Zeit und Brennmaterial eintritt, sodann sind in der Regel zwei Blasen in der Weise mit einander in Verbindung gesetzt, daß die aus der ersten durch directe Feuerung oder einströmenden Wasserdampf entwickelten Lutterdämpfe in eine zweite Blase (oder überhaupt in einen zweiten Destillationsapparat) streichen. Der Inhalt derselben kann begreiflicherweise nicht auf eine so hohe Temperatur kommen, als der der ersten, daher entläßt sie nur dieser ihrer Temperatur entsprechende Branntweindämpfe und vertritt somit die Stelle der Weinblase der älteren Apparate. Durch Verbindung der zweiten Blase mit einem dritten, ähnlichen, durch die Dämpfe der zweiten zu erwärmenden Destillationsapparate läßt sich, wie leicht zu ersehen, wiederum ein stärkeres Destillat erzielen ꝛc. Eine weitere Ausführung dieses Gegenstandes würde die Schranken dieses Lehrbuchs, welches in Betreff der land- und forstwirthschaftlichen Gewerbe nur ihre chemische Grundlage umfassen soll, überschreiten.

D. Gehalt, Entfuselung, Verunreinigungen und Verfälschungen des rohen Branntweins.

§. 401.

Gehalt. Der Lutter enthält in der Regel 10 bis 20 Volumproc. Alkohol, der Branntwein hingegen 35 bis höchstens 55 Proc. Der durch einmalige Rektifikation des Lutters erhaltene Branntwein enthält durchschnittlich 45 Volumproc. Mittelst der zusammengesetzteren Apparate wird unmittelbar aus der Meische ein Weingeist von 80—86 Volumproc. erhalten. Durch Zusatz von Wasser läßt sich derselbe in Branntwein von jeder beliebigen Stärke verwandeln.

Die Stärke eines Branntweins oder Weingeistes bestimmt man, wie bereits S. 362 erwähnt, im praktischen Leben stets durch Bestimmung des specifischen Gewichts mittelst der Aräometer. Die folgenden Tabellen belehren über die jedem Gehalte entsprechenden specifischen Gewichte.

Tabelle I.

100 Raumtheile Weingeist enthalten Raumtheile Alkohol bei 15,6° C. (12,5° R.).

Alkoholgehalt	Spec. Gewicht	Alkoholgehalt	Spec. Gewicht	Alkoholgehalt	Spec. Gewicht	Alkoholgehalt	Spec. Gewicht
0	0,9991	26	0,9689	51	0,9315	76	0,8739
1	0,9976	27	0,9679	52	0,9295	77	0,8712
2	0,9961	28	0,9668	53	0,9275	78	0,8685
3	0,9947	29	0,9657	54	0,9254	79	0,8658
4	0,9933	30	0,9646	55	0,9234	80	0,8631
5	0,9919	31	0,9634	56	0,9213	81	0,8603
6	0,9906	32	0,9622	57	0,9192	82	0,8575
7	0,9893	33	0,9609	58	0,9170	83	0,8547
8	0,9881	34	0,9596	59	0,9148	84	0,8518
9	0,9869	35	0,9583	60	0,9126	85	0,8488
10	0,9857	36	0,9570	61	0,9104	86	0,8458
11	0,9845	37	0,9556	62	0,9082	87	0,8428
12	0,9834	38	0,9541	63	0,9059	88	0,8397
13	0,9823	39	0,9526	64	0,9036	89	0,8365
14	0,9812	40	0,9510	65	0,9013	90	0,8332
15	0,9802	41	0,9494	66	0,8989	91	0,8299
16	0,9791	42	0,9478	67	0,8965	92	0,8265
17	0,9781	43	0,9461	68	0,8941	93	0,8230
18	0,9771	44	0,9444	69	0,8917	94	0,8194
19	0,9761	45	0,9427	70	0,8892	95	0,8157
20	0,9751	46	0,9409	71	0,8867	96	0,8118
21	0,9741	47	0,9391	72	0,8842	97	0,8077
22	0,9731	48	0,9373	73	0,8817	98	0,8034
23	0,9720	49	0,9354	74	0,8791	99	0,7988
24	0,9710	50	0,9335	75	0,8765	100	0,7939
25	0,9700						

Tabelle II.

100 Gewichtstheile Weingeist enthalten Gewichtstheile Alkohol bei 15° C. (12° R.).

Alkoholgehalt	Spec. Gewicht	Alkoholgehalt	Spec. Gewicht	Alkoholgehalt	Spec. Gewicht	Alkoholgehalt	Spec. Gewicht
0	1,000	8	0,990	16	0,979	24	0,968
1	0,999	9	0,989	17	0,978	25	0,967
2	0,998	10	0,988	18	0,977	26	0,965
3	0,997	11	0,987	19	0,975	27	0,963
4	0,995	12	0,986	20	0,974	28	0,962
5	0,994	13	0,984	21	0,973	29	0,960
6	0,992	14	0,982	22	0,972	30	0,958
7	0,991	15	0,981	23	0,970	31	0,957

Alkoholgehalt	Spec. Gewicht	Alkoholgehalt	Spec. Gewicht	Alkoholgehalt	Spec. Gewicht	Alkoholgehalt	Spec. Gewicht
32	0,955	50	0,917	67	0,879	84	0,838
33	0,953	51	0,915	68	0,875	85	0,835
34	0,951	52	0,912	69	0,874	86	0,832
35	0,949	53	0,910	70	0,872	87	0,830
36	0,947	54	0,908	71	0,870	88	0,827
37	0,945	55	0,906	72	0,867	89	0,825
38	0,943	56	0,905	73	0,865	90	0,822
39	0,941	57	0,902	74	0,863	91	0,820
40	0,939	58	0,900	75	0,860	92	0,817
41	0,937	59	0,898	76	0,857	93	0,815
42	0,935	60	0,896	77	0,855	94	0,812
43	0,933	61	0,893	78	0,853	95	0,809
44	0,930	62	0,891	79	0,851	96	0,807
45	0,928	63	0,889	80	0,848	97	0,804
46	0,926	64	0,886	81	0,846	98	0,801
47	0,924	65	0,883	82	0,843	99	0,798
48	0,922	66	0,881	83	0,840	100	0,796
49	0,920						

Entfuselung. Soll aus Fuselöl enthaltendem Branntwein oder Spiritus fuselfreier bereitet werden, so digerirt man den Branntwein am zweckmäßigsten mit frisch ausgeglühter, grob zerstoßener Holzkohle, welche, in gehöriger Menge angewendet, ihm den Gehalt an Fuselöl vollständig entzieht, vergl. §. 31 und §. 267.

Hierbei ist vor Allem zu merken, daß man nur Branntwein, nicht aber stärkeren Weingeist entfuseln kann. Dieser entzieht sogar der zum Entfuseln verwendeten Kohle ihren Gehalt an Fuselöl wieder. — In der Regel verwendet man zum Entfuseln Branntwein von 50 — 60 Volumprocenten. Die Operation wird am zweckmäßigsten in der Art ausgeführt, daß man die Kohle in aufrecht stehende Fässer mit abnehmbaren, aber fest schließenden Deckeln bringt, den Branntwein 24 — 48 Stunden damit unter zuweilen stattfindendem Umrühren in Berührung läßt und dann abzapft. — Durch Rektification giebt man ihm alsdann die gewünschte Stärke. — Den in den Kohlen zurückbleibenden Branntwein kann man durch Abdestilliren unter Zusatz von Wasser wieder gewinnen. Im Mittel rechnet man auf 100 Liter Branntwein 3,5 — 5,5 Kilogramme Kohle.

Die Prüfung, ob ein Branntwein oder Weingeist Fuselöl enthält, ist überaus einfach. Sie gründet sich auf den Geruch und die geringere Flüchtigkeit des Fuselöls. Am besten erkennt man den Geruch, wenn man mit dem zu prüfenden Weingeiste ein reines Glas ausspült und nach einiger Zeit daran riecht, oder wenn man denselben auf warmes Wasser tröpfelt; minder gut durch Reiben zwischen den Händen.

Verunreinigungen. Enthält ein Branntwein oder Weingeist Essigsäure, so röthet er blaues Lackmuspapier. Will man

starken Weingeist prüfen, so verdünne man denselben zuvor mit etwas Wasser. Sauer reagirende Branntweine enthalten in der Regel essigsaures Kupferoxyd (herrührend von dem Destillationsapparate).

Ist der Gehalt an Kupferoxyd bedeutend, so wird der Branntwein bei Zusatz von Schwefelwasserstoffwasser sofort braunschwarz gefärbt oder gefällt, ist er gering, so findet man denselben am besten, wenn man den Weingeist unter Zusatz von etwas Schwefelsäure fast zur Trockne verdampft und den Rückstand mit Schwefelwasserstoffwasser, Ammon, oder blankem Eisen prüft (§. 149).

Verfälscht werden Branntweine zuweilen in der Art, daß man sie über scharfe Pflanzenstoffe (Pfeffer, Bertramwurzel, Seidelbastrinde, Paradieskörner, spanischen Pfeffer ꝛc.) destillirt, um ihre brennenden Eigenschaften zu vermehren und schwächere für stärkere gelten zu lassen.

Nach Accum hat man so verfälschte Branntweine nur mit Wasser zu verdünnen, und dann den Geschmack zu prüfen, um in Zweifelsfällen zur Gewißheit zu gelangen. — Nach Duflos und Hirsch soll man die eine Lippe mit unverfälschtem, die andere mit dem verdächtigen Branntweine befeuchten. Ist derselbe verfälscht, so hinterläßt er nach dem Verdunsten einen brennenden Geschmack.

4. Die Bereitung des Essigs.

§. 402.

Jede ursprünglich weingeisthaltige Flüssigkeit, deren Alkohol sich in Essigsäure verwandelt hat, heißt im Allgemeinen Essig. Im Besonderen unterscheidet man Wein-, Bier-, Malz-, Obst-, Branntwein-Essig ꝛc., je nachdem das verwandte Material Wein, Bier, gegohrner Malzauszug, Obstwein oder Branntwein war. — Den Vorgang der Säuerung und die Bedingungen, unter denen sie erfolgt, haben wir bereits im §. 269 betrachtet und daselbst namentlich gesehen, daß eine Mischung von Wasser und Alkohol schlechterdings nicht fähig ist, Sauerstoff aufzunehmen und sich zu säuern, wenn nicht eine den Sauerstoff aufsaugende und übertragende Substanz (welche man zuweilen Essigferment nennt) zugegen ist. Da nun im Weine, Biere, Malzweine und Obstweine solche Substanzen bereits enthalten sind, so säuern sich diese Flüssigkeiten bei geeigneter Temperatur und Luftzutritt ohne Weiteres, während bei Branntwein, der solche Substanzen nicht enthält, ein Essigferment zugesetzt werden muß. Die Essigbildung wird ungemein befördert, wenn die zur Säuerung bestimmte weingeistige Flüssigkeit bereits Essigsäure enthält.

Die sämmtlichen Methoden der Essigbereitung zerfallen in zwei Hauptabtheilungen, je nachdem man die Essigbildung langsam oder schnell bewerkstelligt.

A. Die langsame Methode der Essigbereitung.

§. 403.

Sie besteht im Wesentlichen darin, daß man die zur Säuerung bestimmte Flüssigkeit (die Essigmischung) bei einer möglichst gleichmäßigen Temperatur von 20—30° C. in Fässern liegen läßt, welche der Luft Durchgang gestatten, bis der Oxydationsproceß (der Uebergang des Alkohols in Essigsäure) beendigt ist.

In Bezug auf Bereitung guter Essigmischungen gilt die Erfahrung als beste Lehrmeisterin. — Als Beispiele mögen folgende Angaben von Otto dienen. Die Zahlen beziehen sich auf Raumtheile.

Zu Branntweinessig:

1) 6 Wasser, 1 Branntwein von 50 Volumproc., 1—3 Essig.
2) 7 Wasser, 1 Branntwein, 1 Weißbier oder Malzwein, 1 Essig.
3) 8 Wasser, 1 Branntwein, 4 Malzwein, 1 Essig.

Zu Obstessig:

1) 1 Obstwein, 1—3 Wasser, 1 Essig.
2) 1 Obstwein, 5 Wasser, 0,5 Branntwein, 2 Essig.

Zu Bieressig (Malzessig):

1) 2 Malzwein, 1 Wasser, 0,1 Branntwein, 0,5 Essig.
2) 2 Malzwein, 2 Wasser, 0,1 Branntwein, 0,6 Essig.

Das zu Essigmischungen nöthige Wasser sei möglichst weich. Hartes Wasser verzögert den Proceß. — Man erwärme das Wasser so stark, daß die Essigmischung eine Temperatur von 20—30° C. bekommt.

Die Lokale, in welchen man die Säuerung verlaufen läßt, heißen Essigstuben. Sie werden in der kälteren Jahreszeit durch einen Kachelofen auf der erforderlichen Temperatur gehalten. Die Luft in den Essigstuben wird durch Oeffnen der Fenster oder geeignete Ventilation in gehöriger Weise erneuert.

Die Fässer (Essigfässer, Mutterfässer) liegen mit dem Spundloche nach oben. Dasselbe bleibt offen und hat 1 bis 2 Zoll im Durchmesser, mit ihm in einer Linie befindet sich auf der Vorderseite des Fasses einige Zoll vom oberen Rande ein zweites eben so großes Loch, so daß durch das Faß die Luft ungehindert streichen kann. — Neue Fässer werden, ehe man sie mit Essigmischung füllt, nach dem Auslohen, durch Eingießen von kochendem Essig und Umschwenken bis zum Erkalten, mit Essig vollkommen getränkt.

Das Eintreten der Essigbildung macht sich dadurch bemerklich, daß die Temperatur in den Fässern ein wenig steigt, und ein angenehmer, stechend saurer Geruch sich entwickelt. Die Säuerung verläuft um so schneller, je wärmer das Lokal ist, 2 Wochen kann man als kürzeste, 16 Wochen als längste Frist betrachten. — Bei höherer Temperatur findet begreiflicherweise ein größerer Verlust durch Verdunstung von Alkohol und Aldehyd Statt, als bei niederer. — Ist die Temperatur im Fasse so weit gesunken, daß sie der der Essigstube wieder gleich kommt, so kann die Säuerung, wenn sie im Uebrigen regelmäßig verlief, als beendigt betrachtet werden.

Zur Bereitung des Essigs aus Traubenwein verfährt man entweder gerade so wie angegeben, indem man dem Wein, wenn nöthig, Wasser und stets Essig zu-

setzt, oder man weicht in der Behandlung in mannigfacher Weise ab. Z. B. man schüttet ein zuvor zum Sieden erhitztes Gemisch von 2 Thln. Wein und 1 Thl. Essig in das Faß, so zwar, daß es noch lange nicht voll ist, läßt vier Wochen liegen, setzt eine neue Portion Wein zu, läßt abermals 4 Wochen liegen, und fährt so fort, bis das Faß angefüllt ist. Alsdann zieht man einen Theil ab, giebt neuen Wein hinzu, läßt wieder liegen 2c. — Auch andere Essigmischungen lassen sich nach dieser Methode behandeln.

Bei Essigmischungen, welche stickstoffhaltige Bestandtheile, Gummi 2c. enthalten (wie die zu Bier-, Wein- und Obstessig) ist die Essigbildung fast stets begleitet von dem Auftreten einer Schimmelpflanze (Mycoderma Pers.), welche unter dem Namen Essigmutter bekannt ist und vorzugsweise aus der Essigsäure entsteht; denn in dem Maße, in welchem sie zunimmt, verschwindet die Essigsäure, so daß zuletzt ein nicht oder kaum mehr saures Wasser zurückbleibt. Sie erscheint meistens in Form einer dicken, lederartigen Haut und bildet sich namentlich auch in den Fässern, in welchen der fertige Essig lagert. — Nach Mulder ist sie in der Weise zusammengesetzt, daß man sie als eine Verbindung von 4 Aeq. Cellulose mit 1 Aeq. Protein betrachten kann.

Wendet man zur Bereitung des Essigs verdorbene Materialien: faules Obst, übelriechendes Bier 2c. an, ist die Temperatur in der Essigstube sehr wechselnd, sind die Essigfässer nicht rein gehalten und gehörig mit Essig getränkt, so tritt, namentlich bei Essigmischungen, welche viel Gummi, Zucker, Eiweiß 2c. enthalten, zuweilen statt der Essigbildung Fäulniß ein. Das Kaltbleiben der Essigfässer und der Geruch sind die ersten Anzeichen dieses Uebelstandes, der sich, wenn er erst im Keime ist, durch Umfüllen der Essigmischung in gute Essigfässer, Zusatz von Branntwein 2c. meist noch beseitigen läßt.

Erscheinen fertige Essige nicht vollkommen klar, so pflegt man sie in Fässer zu füllen, welche gut ausgewaschene, mit Essig durchtränkte Buchenholz-Hobelspäne enthalten. — Nach einiger Zeit kann der Essig aus diesen Klärfässern hell abgezapft werden, indem sich die trübenden Theile an die Späne fest angesetzt haben.

B. Die Schnellessigfabrikation.

§. 404.

Sobald man die Umstände genau erkannte, welche zur Bildung des Essigs wesentlich sind, gelang es ohne Mühe, Bedingungen herzustellen, unter denen die Essigerzeugung weit rascher erfolgen mußte, als bei der früher allein gebräuchlichen, zuvor beschriebenen Methode.

Das Wesentliche der Schnellessigfabrikation besteht darin, daß man die Oberfläche der Essigmischung außerordentlich vergrößert, den Luftzutritt befördert und eine möglichst günstige Temperatur herstellt. Die Vortheile derselben bestehen zunächst in der außerordentlichen Ersparniß an Zeit und Brennmaterial. Letztere findet dadurch Statt, daß die bei der Oxydation frei werdende Wärme in so kurzer Zeit entbunden wird, daß sie bedeutend mitwirkt, die Essigmischung in der gewünschten höheren Temperatur zu erhalten.

Die Ausführung geschieht in grobem Umrisse in folgender Weise: Man läßt die etwa 30—33° C. warme Essigmischung bei einer Temperatur der Essigstube von etwa 33° C. langsam und wiederholt durch ein aufrecht stehendes Faß tröpfeln, welches oben (im Deckel) und unten (an der Seite, 8—12 Zoll vom Boden) mit Löchern versehen und mit gelinde eingedrückten, ausgewaschenen und nach dem Trocknen mit Essig getränkten Hobelspänen von frischem Buchenholze gefüllt ist.

Um das Nachtröpfeln recht gleichmäßig zu machen, hat man verschiedene Vorrichtungen erdacht, deren nähere Beschreibung nicht hierher gehört. Den durchgesickerten Essig pflegt man nicht von Zeit zu Zeit abzuzapfen, sondern man läßt denselben durch eine unweit des Bodens im Zapfloch eingepaßte, zuerst nach oben, dann wieder etwas abwärts gebogene, mit ihrer höchsten Biegung die Höhe der seitlich angebrachten Zuglöcher nicht erreichende Glasröhre ununterbrochen ausfließen.

Die Temperatur im Inneren des Fasses steigt durch die frei werdende Wärme bald auf 30—40° C. — Man hat durch Regulirung der Temperatur der Essigstube, durch Oeffnen und Schließen der Luftlöcher ꝛc. Sorge zu tragen, daß sie auf dieser Höhe bleibe. In Folge dieser höheren Temperatur im Fasse entsteht alsdann in demselben eine Luftströmung von unten nach oben, wie in einem Kamine. Daß unter diesen Umständen durch Verdunstung von Weingeist und Essigsäure ein gewisser Verlust entsteht, ist natürlich. Um denselben möglichst gering zu machen, setzt man den Branntwein enthaltenden Essigmischungen beim ersten Durchtröpfeln nur $^6/_9$ des Branntweins zu, beim zweiten $^2/_9$ und beim dritten das letzte Neuntel der im Ganzen erforderlichen Menge (Otto). Trotzdem beträgt der Verlust 8—10 Proc. des verwendeten Branntweins (Knapp*). Dieser Verlust läßt sich nicht umgehen, wenn man den Luftzug nach der angegebenen Weise veranlaßt; — vollständig vermieden aber wird er, wenn man die Luft, wie dies in England geschieht, mittelst einer Druckpumpe von oben nach unten durch das Faß treibt und durch das Wasser austreten läßt, welches man zu der folgenden Essigmischung benutzt. — Bei Untersuchung der aus den Essigfässern austretenden Luft fand Knapp, daß von dem einströmenden Sauerstoff nur $^1/_{10}$ im Fasse zurückgehalten wird (oxydirend wirkt), $^9/_{10}$ aber unverändert austreten. —

Nach einmaligem Durchsickern ist der Essig noch schwach, nach zweimaligem stärker, nach dreimaligem fertig. In der Regel dauert die ganze Fabrikation 3 Tage. — In manchen Essigfabriken läßt man das Essiggut nur 48 Stunden durch die Fässer sickern, bringt alsdann den noch Weingeist enthaltenden Essig in nach Art der langsamen Methode vorgerichtete Lagerfässer und läßt daselbst die Säuerung des letzten Antheils Weingeist verlaufen. Knapp, welcher solchen 48 Stunden in Arbeit gewesenen und zum Einfüllen in die Lagerfässer bestimmten Essig untersuchte, fand darin

96,4	Wasser
2,6	Essigsäurehydrat
1,0	Alkohol
100,0	

*) Annalen der Chemie und Pharm. Bd. 42. S. 113 u. f.

C. Gehalt, Verunreinigungen und Verfälschungen des Essigs.

§. 405.

Aus dem Mitgetheilten ergiebt sich von selbst, welche Bestandtheile der fertige Essig enthält. Er stellt nämlich eine Mischung von Wasser mit etwas Essigsäurehydrat dar, die außerdem alle Bestandtheile der Materialien enthält, welche zur Bereitung des Essigs dienten, mit Ausnahme des Weingeistes, aus welchem die Essigsäure entstanden ist, und von dem sich meist nur noch geringe Mengen im Essig vorfinden.

So enthält also der Essig aus Traubenwein: Weinstein, Weinstein- und Aepfelsäure, Gummi, Zucker, Farbstoff, Aroma ꝛc., so der aus Bier bereitete: Dextrin, Zucker, Hopfenbitter, Hopfenöl ꝛc., diese Beimischungen bedingen die Verschiedenheit der Essige nach Aussehen, Geschmack, Haltbarkeit ꝛc. — Im Allgemeinen läßt sich annehmen, daß dieselben um so haltbarer sind, je weniger fremde Bestandtheile, namentlich stickstoffhaltige, sie enthalten. Den erfrischenden angenehmen Geruch verdanken die Essige einer Spur Essigäther, welcher bei ihrer Bildung entsteht.

Was den Gehalt der Essige an Essigsäure betrifft, so ist derselbe natürlich um so größer, je alkoholreicher die Essigmischung war; alle anderen Bestandtheile der Essigmischung sind eines direkten Ueberganges in Essigsäure unfähig. — In der Regel fabricirt man die Essige von 2 — 5 Proc. Gehalt an Essigsäurehydrat. — In welcher Weise man die Essige auf ihren Gehalt prüft, soll in der Abtheilung V. mitgetheilt werden. —

Verunreinigungen. Kommt der Essig bei seiner Bereitung oder Aufbewahrung mit Metallen (Kupfer, Blei, Zinn, Zink) in Berührung, so enthält er die essigsauren Salze derselben, ist daher vergiftet und zum Gebrauche nicht geeignet. Die Entdeckung solcher Verunreinigungen ist leicht, siehe Abtheil. V.

Verfälschungen geschehen bei den Essigen in zweierlei Art. Entweder nämlich soll durch Zusatz scharfschmeckender Substanzen (Seidelbastrinde, Pfeffer ꝛc.) die Stärke des Essigs scheinbar vermehrt, — oder die Essigsäure soll zum Theil durch eine Mineralsäure — in der Regel durch Schwefelsäure — ersetzt werden. —

Ein Betrug ersterer Art wird entdeckt, wenn man den Essig mit kohlensaurem Natron oder Kali genau neutralisirt und alsdann, erforderlichenfalls nach Concentration der Flüssigkeit durch Abdampfen im Wasserbade, den Geschmack prüft. Derselbe muß milde salzig, nicht brennend und scharf sein.

Was die Entdeckung freier Schwefelsäure betrifft, so muß man hierbei vorsichtig sein, damit man nicht einen Betrug ahne, wo keiner ist. Alle aus Wein, Obstwein, Bier, Malzauszug oder unter Zusatz solcher Materialien bereiteten

Essige enthalten nämlich geringe Mengen schwefelsaurer Salze, welche theils von den zu ihrer Bereitung verwendeten Pflanzenstoffen, theils von dem Schwefeln der Fässer herrühren. Versetzt man daher solche Essige mit einer Barytsalzlösung, so erhält man stets eine geringere oder stärkere Trübung. Eine solche giebt somit keineswegs das Recht, auf eine Verfälschung mit Schwefelsäure zu schließen; ein anderes wäre es freilich, wenn man bei dieser Prüfung einen starken Niederschlag erhalten sollte.

Sicherer ist folgende einfache Methode von Runge. Man versetzt den verdächtigen Essig mit einigen Körnchen weißen Zuckers und verdampft ihn im Wasserbade zur Trockne. Erscheint der Rückstand dunkelschwarz, so ist freie Schwefelsäure zugegen. Böttger empfiehlt, gestützt auf die Erfahrung, daß unverfälschte Essige durch Chlorcalcium niemals getrübt werden, ½ Loth des verdächtigen Essigs mit einem haselnußgroßen Stücke krystallisirten Chlorcalciums zu versetzen, aufzukochen und erkalten zu lassen. Erscheint Trübung und Niederschlag (von schwefelsaurem Kalk herrührend), so ist der Essig mit Schwefelsäure verfälscht.

Verfälschungen des Essigs mit Salzsäure oder Salpetersäure kommen nicht leicht vor. Erstere würde man durch Zusatz von salpetersaurem Silberoxyd an einem entstehenden starken Niederschlage (eine schwache Trübung ist kein Beweis, weil die Essige kleine Mengen von Chlormetallen enthalten können) erkennen, — die Gegenwart der Salpetersäure hingegen durch Sättigen des Essigs mit Kali, Abdampfen und Erhitzen des trocknen Rückstandes. Wenn Salpetersäure zugegen gewesen, so wird der verkohlende Rückstand plötzlich unter lebhaftem Funkensprühen verbrennen.

5. Fabrikation des Stärkemehls.

A. Fabrikation der Weizenstärke.

§. 406.

Die Fabrikation der Weizenstärke besteht entweder in einer durch bloß mechanische, oder in einer zugleich durch chemische Mittel bewirkten Abscheidung und Gewinnung des Stärkemehls aus dem Weizensamen.

1. Aeltere (Gährungs-) Methode.

Die geschrotenen Weizenkörner werden in einem offenen Bottiche in mit Sauerwasser (s. u.) vermischtem Wasser eingeweicht und damit zu einem gleichförmigen dünnflüssigen Brei angerührt. Den Brei läßt man zuerst die geistige Gährung, alsdann den Proceß der Essigbildung durchlaufen, mit welchem zugleich Milchsäuregährung einzutreten pflegt. Sobald die Säuerung beendigt ist (was an dem Einsinken der entstandenen Decke und an der klaren Beschaffenheit der Flüssigkeit erkannt wird), füllt man die gleichförmig aufgerührte Masse in Säcke von grober Leinwand, bindet die nicht

ganz angefüllten fest zu und bewirkt durch unter Wasserzusatz wiederholtes Austreten in einem geeigneten Bottiche (dem Tretfaß) ein Abfließen der das Stärkemehl mitführenden, daher milchigen Flüssigkeit. Man bringt dieselbe in Bottiche, welche an der Seite in verschiedenen Höhen mit durch Zapfen verschlossenen Löchern versehen sind, füllt die Bottiche erforderlichen Falls mit Wasser voll, rührt um und läßt 24 Stunden stehen. Man zapft alsdann durch Oeffnen der seitlichen Löcher die Flüssigkeit (Sauerwasser) ab. Sobald dieselbe anfängt milchig und schlammig zu werden, fängt man sie in einem besonderen Gefäße auf. Ist alle Flüssigkeit abgelassen, so werden die Oeffnungen wieder verschlossen, die am Boden sitzende Stärke mit Wasser aufgerührt und nach dem Absitzen wie zuvor von Flüssigkeit und Schlamm getrennt. — Nachdem man die auf's Neue mit Wasser aufgerührte Stärke mittelst Durchseihens durch ein feines Sieb von allen gröberen Theilen befreit hat, fährt man in soeben beschriebener Weise mit dem Auswaschprocesse fort, bis die Flüssigkeit Lackmuspapier nicht mehr röthet. Durch Auflegen von Tüchern entzieht man nunmehr dem abgesetzten Stärkemehl einen Theil des Wassers, von dem es durchdrungen ist, so zwar, daß die ganze Masse als fester Kuchen erscheint. Die Kuchen zerschneidet man in 4 Stücke, trocknet dieselben anfangs auf Platten von gebranntem Gyps, dann, nach Abschaben der unreinen Oberfläche (Schabestärke), in zerbröckeltem Zustande auf Brettergestellen an der Luft, bei gewöhnlicher oder künstlich erhöhter Temperatur. — Wünscht man die Stärke von besonders festem Zusammenhange, so preßt man sie vor dem Trocknen.

Die Theorie dieses Verfahrens ergiebt sich aus dem Früheren ohne Schwierigkeit. —

Wenn man nämlich geschrotene Weizenkörner in Wasser einweicht,

so löst sich:	so bleibt ungelöst:
Eiweiß	Kleber
Gummi	Stärke
Zucker	Faser
ein Theil der Salze	der Rest der Salze.

Bleibt die Lösung bei geeigneter Temperatur stehen, so bildet sich durch Einwirkung der stickstoffhaltigen Bestandtheile auf Gummi und Stärke eine weitere geringe Portion Zucker. — Bei der dann eintretenden geistigen Gährung verwandelt sich dieser in Kohlensäure und Alkohol, gleichzeitig scheidet sich Hefe auf der Oberfläche aus. Im Verlaufe geht der Alkohol in Essigsäure, das Gummi und eine kleine Menge Stärkemehl in Milchsäure über, der Kleber aber kommt theils durch die Verwesungs- und Fäulnißprocesse, denen er unterliegt, theils durch die Essig- und Milchsäure in Auflösung; die Säuren bewirken zugleich die Lösung der in Wasser unlöslichen Salze. — Tritt man daher nach der Säuerung die Masse aus, so

bleibt in den Säcken:	so läuft durch: eine milchige Flüssigkeit, welche enthält:	
Faser	suspendirt:	gelöst:
etwaige gröbere Theile ungelösten Klebers	Stärkemehl feine Faser- und Klebertheilchen (sofern letztere nicht vollständig gelöst wurden).	Milchsäure Essigsäure Kleber Salze.

Das Auswaschen durch Decantiren gründet sich auf die specifische Schwere des Stärkemehls und hat zum Zwecke, die gelösten Substanzen zu entfernen; gleichzeitig erreicht man damit den andern, die beigemengten leichteren Faser- und Klebertheilchen in der Weise über der Stärke sich ansammeln zu lassen, daß eine mechanische Trennung durch Abschaben des halbtrockenen Stärkekuchens möglich ist. — Man erkennt, daß bei dieser Methode der so wichtige Bestandtheil des Weizens, der Kleber, so gut wie verloren geht, denn das mit dem in den Tretsäcken Zurückbleibenden vermischte Sauerwasser giebt nur ein ziemlich schlechtes Futter für Schweine. — Den beim Auswaschen erhaltenen Stärkeschlamm läßt man, mit Wasser angerührt, über ein schwach geneigtes Brett fließen. Hierdurch gelingt es, die noch darin enthaltene Stärke, welche sich zuerst, also oben, absetzt, von den leichteren Kleber- und Fasertheilchen in der Weise zu trennen, daß sie alsdann durch Decantiren leicht gereinigt werden kann.

2. Neuere (rein mechanische) Methoden.

Von diesen, deren es wiederum verschiedene Modificationen giebt, möge hier die Martin'sche ihrer Zweckmäßigkeit halber erwähnt werden. — Bei diesem Verfahren wird der Weizen als Mehl verwendet. Man knetet es mit Wasser zu einem steifen Teige und wäscht denselben über einem Siebe, mit Hülfe einer Wasser in feinen Strahlen ergießenden Brause, anfangs sehr behutsam, allmälig unter heftigerem Kneten aus, bis das Wasser klar abläuft. Die abgelaufene Flüssigkeit läßt man ein wenig stehen, damit sie sich säuere, und die mitgerissenen Klebertheilchen gelöst werden, wäscht alsdann die Stärke aus und trocknet sie. —

Bei diesem Verfahren erhält man, wie leicht zu ersehen, den Kleber rein und frisch, so daß er auf verschiedene Weise zweckmäßig verwendet werden kann. Die Gebrüder Véron z. B. kneten denselben mit seinem gleichen Gewichte Mehl zusammen, strecken die Masse in lange Streifen, und bilden daraus kleine Körner, welche sich nach dem Trocknen unverändert erhalten und einen sehr nahrhaften Zusatz zu Suppen ꝛc. abgeben.

B. Fabrikation der Kartoffelstärke.

§. 407.

Die Darstellung des Stärkemehls aus Kartoffeln wird, was die Art der Ausführung betrifft, auf sehr verschiedene Art, und ge-

genwärtig meist mittelst sehr scharfsinniger und großartiger Vorrichtungen, betrieben; die Principien der Darstellung aber sind überaus einfach:

Die durch Waschen vollkommen gereinigten Kartoffeln werden mittelst Maschinen zerrieben, der Brei in Siebapparaten ausgewaschen, und die durch Decantiren gereinigte Stärke getrocknet.

Bei dieser Operation bleibt die Kartoffelfaser größtentheils in den Sieben zurück, die allerfeinsten Theilchen folgen dem Stärkemehl und sind mit ihm in der die löslichen Bestandtheile der Kartoffeln (Eiweiß, Gummi, Aepfelsäure, Salze 2c.) enthaltenden Flüssigkeit suspendirt. Da die Fasertheilchen leichter sind, so sammeln sie sich beim Decantiren auf der Oberfläche des Stärkekuchens, und lassen sich durch Abschaben trennen. — Dieser ganze Proceß beruht demnach bloß auf einer Auswaschung des in den Zellen der Kartoffeln abgelagerten Stärkemehles, es ergiebt sich somit, daß die Art des Zerreißens der Kartoffelsubstanz für die Ausbeute von entscheidendem Einflusse ist; denn nur aus den geöffneten Zellen läßt sich ja das Stärkemehl auswaschen. Bleiben demnach solche unzerrissen, so geht das darin enthaltene Stärkemehl als solches verloren. Wird hingegen die Zellsubstanz zu sehr und in zu kleine Stückchen zerrissen, so wird dadurch die Abscheidung des reinen Stärkemehls beträchtlich erschwert. — Die bei der Kartoffelstärkefabrikation gewonnene Faser wird verfüttert.

C. Unterscheidung der Weizen- und Kartoffelstärke, Wassergehalt, Verunreinigungen und Verfälschungen des Stärkemehls.

§. 408.

Die Unterscheidung der Weizenstärke von der Kartoffelstärke gelingt am sichersten mit Hülfe des Mikroskops. — Die chemischen Mittel scheinen mir alle leichter zu Irrthümern Veranlassung zu geben. In Vorschlag gekommen sind vornehmlich folgende:

Gobley bringt unter eine Glasglocke ein Schälchen mit Jod, und stellt das zu prüfende Stärkemehl auf einem Uhrglase, befeuchtet, daneben. Weizenstärke färbt sich violett, Kartoffelstärke blaugrau.

Marozeau rührt die Stärke mit Salzsäure an, setzt die Hälfte der Salzsäure Wasser zu, und prüft den Geruch. — Kartoffelstärke entwickelt unter diesen Umständen einen eigenthümlich unangenehmen.

Mayet bringt 5 Thle. Stärkemehl mit 60 Thln. Wasser und 50 Thln. einer alkalischen Auflösung zusammen, welche ¼ Kali enthält, und mit Kalk gesättigt ist. — Kartoffelstärke giebt eine dicke Gallerte von opalisirender Durchsichtigkeit. Die Masse wird nach einer halben Minute fest. Weizenstärke liefert ein milchichtes, nach einer halben Minute nicht fest werdendes Gemisch.

Wassergehalt. Das im Handel vorkommende Stärkemehl ist niemals wasserfrei, sondern enthält stets nicht unbeträchtliche Mengen Wasser. Selbst ganz trocken gewesenes Stärkemehl zeigt sich, wenn es eine Zeit lang mit der Luft in Berührung war, wieder so wasserhaltig, als ob es nur in Luft von gleicher Temperatur und gleichem Feuchtigkeitszustande getrocknet worden wäre.

Dumas macht über den Wassergehalt der unter verschiedenen Verhältnissen getrockneten Stärke folgende Angaben:

Zustand des Stärkemehls	Wasser	Stärkemehl
Bei 100—140° C. im luftleeren Raum getrocknet	0	100
Bei 20° C. im » » »	9,92	90,08
An der Luft bei 20° C. und 0,6 Feuchtigkeit . .	18	82
An der mit Feuchtigkeit gesättigten Luft bei 20° C.	35,5	64,5
Von Wasser durch Abtropfen möglichst befreit .	45,33	54,67

Verunreinigungen. Die im Handel vorkommende Stärke ist nicht immer rein, sondern — was die Weizenstärke betrifft — oft noch kleberhaltig, — was die Kartoffelstärke betrifft — durch einen Gehalt an Faser verunreinigt.

Erstere Verunreinigung entdeckt man, nach Böttger, am einfachsten also: Man überschüttet 12 Gran der zu prüfenden Stärke mit 12 Loth destillirtem Wasser, erhitzt zum Sieden und rührt die kleisterartige Flüssigkeit um. Kleberhaltiges Stärkemehl (nicht aber kleberfreies) liefert hierbei einen starken, andauernden Schaum. — Letztere giebt sich zu erkennen, wenn man die Stärke mit verdünnter Schwefelsäure kocht. Reine Stärke nämlich löst sich darin vollkommen, faserhaltige mit Zurücklassung der Faser.

Verfälscht findet sich das Stärkemehl zuweilen mit Mehl, mit Kartoffelfaser (bis zu 50 Proc. angetroffen), wohl auch mit unorganischen Substanzen (Thon, Kreide, Gyps ꝛc.).

Die Verfälschungen mit Mehl oder Kartoffelfaser werden wie die betreffenden Verunreinigungen entdeckt. — Unorganische Substanzen bleiben beim Verbrennen des Stärkemehles in einem Platinschälchen zurück.

6. Das Mehl und die Bereitung des Brodes.

Zur Darstellung des Brodes verwendet man in der Regel die Samen der Getreidearten. Dieselben werden entweder bloß geschroten, oder aber fein gemahlen und von der Kleie getrennt. Im ersten Falle verwendet man also die Samen mit, im letzten ohne die unverdauliche Substanz der Hülsen.

A. Das Mehl.

§. 409.

Ehe wir zur Bereitung des Brodes übergehen, soll über die Verderbniß, Aufbewahrung, Verunreinigung und Verfälschung des Mehls das Erforderliche mitgetheilt werden.

Trockenes Mehl an einem völlig trockenen Orte aufbewahrt, hält sich unverändert; feuchtes Mehl aber oder trockenes, an einem feuchten Orte aufbewahrt, erwärmt sich, wird klumpig, mulstrig, übelriechend und sauer.

Die Feuchtigkeit bedingt demnach offenbar, unter Mitwirkung des Sauerstoffs der Luft, diesen Umsetzungsproceß. — Genau erforscht ist die Art desselben nicht, nur soviel steht fest, daß sich dabei der Kleber zuerst verändert, so zwar, daß das mulstrig gewordene Mehl zur Bereitung eines guten Teiges nicht mehr tauglich ist; auch scheint ein Theil des Stärkemehles in Zucker verwandelt zu werden, und Milchsäure zu entstehen. — Bei sehr großen Mehlmassen kann sich die, offenbar durch Verwesung, frei werdende Wärme erfahrungsmäßig bis zur Entzündung des Mehles steigern. Unter dem Einflusse der Feuchtigkeit entwickeln sich ferner Pilze, deren Sporen die Verderbniß zuweilen noch auf das Brod übertragen. — Außer der Feuchtigkeit sind die Hauptfeinde des Mehles die sich in demselben entwickelnden Milben. —

Robineau wendet folgende Methode zur längeren Aufbewahrung des Mehles mit bestem Erfolge an. Er preßt das Mehl in viereckige Kasten mit so großem Drucke, daß die erhaltenen und aus dem Kasten genommenen Mehlklötze ihre Form behalten. Mehlklötze dieser Art, welche sechs Wochen in einem feuchten Keller lagen, zeigten keine Spur von Verderbniß; sie blieben ferner von Milben frei, selbst als man sie in bereits inficirtes Mehl brachte. — Daß sich auch das ungemahlene Getreide, namentlich Weizen, Roggen und Gerste, wenn es in hohen Haufen, besonders an dumpfen, wenig Luftwechsel darbietenden Orten, längere Zeit aufgeschichtet bleibt, erwärmt, dumpf und mulstrig wird, und daß es zur Verhütung dieses Uebelstandes nur auf luftigen Böden und unter von Zeit zu Zeit stattfindendem Umschaufeln aufbewahrt werden darf, ist eine bekannte Erfahrung. — Feuchtigkeit, Sauerstoff und die sich bei dem langsamen Verwesungsproceß entwickelnde und ansammelnde Wärme geben auch hier die erregenden oder begünstigenden Umstände dieses im Uebrigen nicht genau erforschten Processes ab.

Verunreinigt ist das Mehl in Folge seiner Bereitung stets — sofern es zwischen Steinen gemahlen wurde — durch den abgeriebenen Steinstaub.

Nach dem Bairischen Gewerbeblatt fand man in 10000 Thln. nachstehender Mehlsorten von drei verschiedenen Müllern folgende Mengen von Steinstaub:

	Mundmehl	Semmelmehl	Weizenmehl	Backmehl
1	2,30	1,79	1,60	0,90
2	1,06	3,58	2,13	1,12
3	2,13	2,69	1,79	3,02

Anderweitige Verunreinigungen des Mehles, herrührend von eingemengten Unkräuter-Samen ꝛc. lassen sich in der Regel weder auf chemischem Wege noch auf andere Weise mit vollkommener Sicherheit entdecken, haben aber schon öfters Unglücksfälle veranlaßt, z. B. die Samen des Taumellolchs, Mutterkorn ꝛc.

Verfälschungen. Es ist unter gewöhnlichen Verhältnissen nicht selten und in Zeiten der Mißernte oder Wucher-Theuerung leider ziemlich häufig der Fall, daß das Getreidemehl mit anderen billigeren Stoffen betrügerischer Weise verfälscht wird. Am häufigsten findet man theurere Mehlsorten mit geringeren oder mit Kartoffelstärke versetzt, seltener werden Zusätze unorganischer Art angetroffen.

Die Zusätze von anderen Mehlsorten sind natürlicherweise der Gesundheit nicht eben von Nachtheil; sie sind aber und bleiben ein Betrug, gegen den man sich muß sicher stellen können.

Donny hat in der neuesten Zeit folgende Methoden angegeben, hierhin gehörige Verfälschungen zu entdecken (Bulletin de la société de l'Encourag. 1847, Juin, p. 291 u. ff., daraus im polytechnischen Centralblatte 1847, Nov. S. 1408). Letzterer Zeitschrift entnehme ich folgende Angaben:

Verfälschung des Mehls mit Kartoffelmehl oder Kartoffelstärke. Donny's Probe gründet sich auf die verschiedene Größe der Weizen- und Kartoffel-Stärkekörnchen, zumal wenn man sie mit einer schwachen Aetzkalilösung (1 Thl. Aetzkali auf 60 Thle. Wasser) zusammenbringt, in welcher die Kartoffelstärkekörnchen noch bedeutend aufquellen. Befeuchtet man daher ein wenig des verdächtigen Mehles mit der genannten Flüssigkeit, so kann man schon mit der Loupe die Körnchen der Kartoffelstärke, welche alsdann einen 10 — 15 mal größeren Durchmesser haben als die Getreidestärkekörnchen, deutlich erkennen.

Verfälschung des Mehles mit gemahlenen Hülsenfrüchten. Nach Donny charakterisirt sich das Mehl der Hülsenfrüchte dadurch, daß es immer Fragmente von Zellgewebe enthält, welche sich unter dem Mikroskope durch die netzförmige Struktur mit sechseckigen Maschen leicht verrathen. Besonders deutlich treten diese hervor, wenn man das Mehl mit Kalilösung (1 Thl. Aetzkali, 10 Thle. Wasser) ohne starkes Reiben anrührt, weil dadurch die Stärkekörnchen, nicht aber die Fragmente der Zellenwände, aufgelöst werden.

Das Bohnen- und Wickenmehl hat, außer dem eben angegebenen Merkmale, noch eine Eigenthümlichkeit, welche seine Entdeckung in Getreidemehl möglich macht; es nimmt nämlich durch eine aufeinanderfolgende Behandlung mit Salpetersäurehydrat und Ammondämpfen eine purpurrothe Farbe an, deren Entstehung von einem in Weingeist löslichen, noch nicht genauer bekannten Bestandtheil der genannten Hülsenfrüchte herrührt. Um dieselbe hervorzurufen, schwenkt man ein Porzellanschälchen mit Wasser aus, bepudert dann die Wände mit dem verdächtigen Mehle, gießt einige Tropfen Salpetersäure auf den leer gebliebenen Boden des Gefäßes und erhitzt die mit einer Glasscheibe bedeckte Schale gelinde durch eine Weingeistlampe (das Mehl nimmt bei dieser Behandlung eine gelbe Farbe an). Ersetzt man nun aber die Salpetersäure durch Salmiakgeist, so wird der mittlere Theil des Mehles, da wo die Einwirkung der Salpetersäure weder zu schwach noch zu stark war, sofern Bohnen- oder Wickenmehl vorhanden ist, roth gefärbt. Diese Farbe rührt, wie man leicht unter dem Vergrößerungsglase sieht, von einzelnen dunkelroth gefärbten Körnern, den beigemengten Bohnen- oder Wickenmehltheilchen, her. Ein Zusatz von 4 Proc. der genannten Mehle läßt sich (nach Donny) auf diese Weise noch entdecken.

Vermengung des Mehles mit Mais- oder Heidekornmehl. Unter dem Maismehle finden sich immer eckige Bruchstücke, welche von der harten, hornartigen, äußeren Rinde der Körner herrühren; reines Getreidemehl hingegen zeigt nur rundliche Gestaltungen. — Am besten nimmt man die genannten Bruchstücke bei mäßiger Vergrößerung in dem aus dem Mehle ausgewaschenen, zuerst sich absetzenden gröberen Stärkemehle wahr. — Aehnlich verhält sich das Heidekornmehl; seine Bruchstücke haben meist eine prismatische Gestalt. — Das mit Mais-, Heidekorn- (oder auch mit Reis-) Mehl versetzte Getreidemehl ist übrigens nie so zart und weich als das reine Getreidemehl.

Verfälschung des Mehles mit Leinmehl. Diese Verfälschung verräth sich unter dem Vergrößerungsglase durch das Vorhandensein vieler meist viereckiger Bruchstücke von rother Farbe und einer Größe, welche noch geringer ist als die der Stärkekörnchen. Diese von der Schale des Leinsamens herrührenden Fragmente treten noch deutlicher hervor, wenn man das verdächtige Mehl zuvor mit Kalilösung (1 Kali, 10 Wasser) anrührt. Soweit Donny. —

Verfälschung des Mehles mit unorganischen Substanzen sind ungleich gefährlicher als die abgehandelten; denn alle Substanzen, welche zum Zwecke der Mehlverfälschung mißbraucht werden können und mißbraucht worden sind — Schwerspath, Thon, Gyps, Magnesit, Knochenasche, Kreide 2c. — sind vollkommen unverdaulich und beschweren, in größerer Menge in den Magen gebracht, denselben so sehr, daß Krankheiten fast unvermeidlich sind. — Man erkennt die meisten schon an dem größeren specif. Gewichte, welches sie dem Mehle ertheilen, — alle aber daran, daß sie beim Einäschern des Mehles zurückbleiben. Jedes Weizen- oder Roggenmehl, welches mehr als höchstens 1,5 Proc. Asche hinterläßt, ist als verfälscht (oder über Gebühr verunreinigt) zu betrachten.

B. Das Brod.

a. Gewöhnliche Bereitung.

§. 410.

Die Bereitung des Brodes erfordert folgende wesentliche Materialien:

1) Mehl, 2) Wasser, 3) Ferment oder Hefe. Außerdem wird Kochsalz stets zugesetzt. Brod und Wasser allein geben ein schweres, nicht poröses, unverdaulicheres Brod. Als Ferment wendet man bei Schwarzbrod Sauerteig (s. u.), bei Weißbrod in der Regel frische oder gepreßte Bier- oder Branntweinhefe an.

Die Bereitung des Brodes erfordert zwei verschiedene Operationen:

1) das Anmachen des Teiges,
2) das Backen;

in groben Umrissen geschieht dieselbe auf folgende Weise:

Der Sauerteig oder die Hefe wird mit Wasser angerührt, dann das Mehl zugegeben und die Masse erst im Ganzen, dann im Ein-

zelnen tüchtig durchgearbeitet, ausgewirkt und geknetet, um eine völlig innige Mengung hervorzubringen.

Der Teig bleibt in der warmen Stube eine Zeit lang stehen, alsdann wird (beim Schwarzbrode) ein kleinerer Theil zurückgelegt, der das Ferment zum nächsten Einteigen abgiebt — Sauerteig —, der größere Rest wird in Brode vertheilt. Dieselben legt man auf Bretter, bis sie, wie man zu sagen pflegt, aufgegangen sind.

Sie werden alsdann, außen mit Wasser bestrichen, in den Backofen gebracht und daselbst gelassen, bis sie ausgebacken sind, d. h., bis sich eine Kruste von geeigneter Farbe und Beschaffenheit gebildet, und bis die Krume die bekannten Eigenschaften angenommen hat.

Betrachten wir nunmehr die chemischen Vorgänge beim Brodbacken. — Beim Anmachen des Teiges wird das Wasser vom Stärkemehl und Kleber aufgesaugt, das Eiweiß, sowie Dextrin und Zucker, sofern sie vorhanden, werden durch Vermittlung des Wassers, in welchem sie gleichsam gelöst sind, in der ganzen Masse gleichmäßig vertheilt. — Während des Knetens bildet sich durch die Einwirkung des Klebers auf das Stärkemehl stets ein wenig Zucker, so daß also solcher jedenfalls im Teige vorhanden ist, auch wenn das Getreide oder das daraus bereitete Mehl keinen Zucker enthielt. Nunmehr beginnt das zugesetzte Ferment oder die Hefe (ein wenig wohl auch das im Teige durch Einwirkung der Luft auf den Kleber entstandene Ferment) seine Wirkung auf den Zucker geltend zu machen; geistige Gährung tritt ein, der Zucker zerfällt in Alkohol und Kohlensäure. Die letztere treibt den Teig auseinander, indem sie Blasen bildet. Die Zähigkeit des Teiges, welche er seinem Gehalte an Kleber verdankt, verhindert ihr Entweichen.

Ließe man nun diese Einwirkung sehr lange fortdauern, so würde der Ueberschuß des Gases die Consistenz des Teiges zu sehr vermindern. Man muß also den rechten Zeitpunkt ergreifen und den aufgegangenen Teig in den Ofen bringen.

Durch die daselbst herrschende Hitze (200 — 250° C.) wird nun sogleich die Gährung gehemmt, die Poren vergrößern sich, weil die Kohlensäure sich beim Erwärmen ausdehnt und weil sie durch den entweichenden Alkohol- und Wasserdampf in ihrer Wirkung unterstützt wird. Gleichzeitig quillt das Stärkemehl auf, wird kleisterartig und bewirkt den innigen Zusammenhang, welchen wir beim Brode beobachten; außen aber, woselbst die Temperatur weit höher als 100° ist (im Inneren des Brodes steigt sie nicht höher), verschwindet das Stärkemehl, es schmilzt und geht in Dextrin über. So entsteht die Kruste. Ihr angenehmer, ein wenig bitterer Geschmack rührt von einem eigenthümlichen Umsetzungsprodukte her, welchem Reichenbach den Namen Asamar (Röstbitter) gegeben hat, weil (nach ihm) die Substanz beim Rösten vieler Körper, namentlich auch dem des Fleisches, entsteht. — Genauer bekannt ist der Körper nicht. So viel aber ist gewiß, daß die anfangs trockene, krachende Kruste allmälig durch Wasseranziehung aus der Krume und Luft zäh und feucht wird, und daß somit die entstandenen Röstprodukte hygroskopisch sind.

Sauerteig. In der aufgehobenen Portion des Teiges wird die eingetretene Gährung durch die Hitze nicht unterbrochen. Sie schreitet daher fort, so lange sich ihr Materialien darbieten; bald aber tritt neben der geistigen Gährung ein

Uebergang des gebildeten Alkohols in Essigsäure, sowie Milchsäuregährung ein, daher die Masse mehr und mehr sauer wird. Nicht unerwähnt darf bleiben, daß auch der Kleber unter dem Einflusse des Sauerstoffs fortwährender Veränderung unterliegt und in den Zustand der Umsetzung übergeht, in dem er gährungserregend wirkt und in welchem wir ihn oben §. 263 Ferment genannt haben. Man sieht auf den ersten Blick, daß es zum Behufe der Brodbereitung genügend wäre, wenn in der zurückgestellten Portion des Teiges sich Hefe und Ferment erzeugen würden, die Bildung der Essig- und Milchsäure, von welcher der Name Sauerteig herrührt, ist nicht allein für den zu erreichenden Zweck unnöthig, sondern ihr Entstehen ist sogar ein Uebelstand; denn die Säuren ertheilen dem Brode jenen sauren Geschmack, welchen man an dem Bauernbrode stets beobachtet. Auf dem Lande bleibt nämlich der Sauerteig wochenlang stehen, bis er zur Verwendung kommt, daher er genügende Zeit hat, alle Arten der Säuerung durchzumachen; während er in den Stadtbäckereien immer nur kurze Zeit aufbewahrt wird, so daß sich darin zwar Hefe und Ferment, nicht aber oder nur in geringem Grade die Säuren, gebildet haben, wenn er in Gebrauch kommt. — Um den Sauerteig im richtigen Stadium der Umsetzung zu erhalten, pflegt man bei längerem Aufbewahren von Zeit zu Zeit Mehl und Wasser einzukneten (Anfrischen), wodurch die im Gange befindlichen chemischen Aktionen gehemmt und verzögert werden, weil dadurch die Berührung der sich umsetzenden Theilchen aufgehoben und Abkühlung bewirkt wird.

b. Abweichende Bereitungsmethoden.

§. 411.

Bei der gewöhnlichen Methode der Brodbereitung opfert man eine kleine Portion der Mehlbestandtheile (welche in Form von Kohlensäure und Alkohol entweichen) dem mechanischen Zwecke der Auflockerung. Als die Chemie die Vorgänge des Brodbackens zu erklären anfing, blieb dies dem forschenden Menschengeiste nicht lange verborgen, und schon im vorigen Jahrhundert suchte Henry diesem Verluste dadurch vorzubeugen, daß er die zur Auflockerung erforderliche Kohlensäure auf eine andere Art in's Brod zu schaffen sich bemühte. Er setzte nämlich dem Teige, statt des erforderlichen Kochsalzes, die zur Bildung desselben genau hinreichenden Portionen von kohlensaurem Natron und von Salzsäure zu. Seither sind ähnliche Versuche immer von Zeit zu Zeit wieder aufgetaucht, ohne daß jedoch bis jetzt einer im Stande gewesen wäre, die übliche Art des Brodbackens zu verdrängen.

Der Verlust, welcher beim Brodbacken durch Vergährung entsteht, beträgt etwa 1,5 Proc. — Er ist also so bedeutend nicht, wie man wohl angegeben hat, und jedenfalls geringer als der Aufwand für die zur Kohlensäureentwicklung aus kohlensauren Salzen nöthigen Substanzen. — Bei Entwicklung der Kohlensäure auf letztere Art (welche offenbar im Vergleich mit der bei der Gährung ganz allmälig erfolgenden zu rasch verläuft) erhält man übrigens thatsächlich ein weniger gutes Brod (Frickinger). —

Eben so unpraktisch, wie diese Versuche, wurden die Vorschläge, den bei der Gährung entweichenden Alkohol zu verdichten und aufzufangen, erfunden, indem der Ertrag durch den Mehraufwand bei dem Bau der Backöfen und die umständlichere Arbeit weit überwogen wird*). —

In England setzt man fast allgemein dem Mehl beim Brodbacken etwas Alaun zu, weil man gefunden hat, daß dadurch das Brod lockerer und weißer wird; in Belgien und einem Theile Frankreichs benutzt man zu demselben Zwecke Kupfervitriol (Kuhlmann). — In Deutschland, woselbst man einen so gefährlichen Zusatz gewiß nicht erlauben würde, hebt man hie und da, vielleicht in Folge derselben Erfahrung, den Sauerteig in kupfernen Trögen auf, wodurch sich begreiflicher Weise Grünspan bildet **).

Die Chemie ist bis jetzt noch nicht im Stande, die Art der Wirkung dieser Zusätze zu erklären. Die Thatsache der Wirkung und des Erfolges aber ist auch durch Chemiker bestätigt worden. — Nach Accum beträgt die Menge des in England zugesetzten Alauns mindesten 6 — 8 Loth auf einen Sack Mehl von 240 Pfd., d. i. etwa 0,1 Proc. — In dieser Menge dürfte der Alaun kaum nachtheilig wirken. Nach Kuhlmann wirkt $^1/_{936}$ schon bemerkbar, $^1/_{176}$ am stärksten). — Für weit unerlaubter und gefährlicher ist der Zusatz von Kupfervitriol zu erachten, obgleich derselbe der Masse nach in der Regel nur höchst gering ist ($^1/_{70000}$ wirkt schon, bei $^1/_{30000}$ bis $^1/_{15000}$ ist die Wirkung am deutlichsten (Kuhlmann). — Beide Zusätze lassen sich am besten entdecken, wenn man das Brod einäschert, die Asche mit Salpetersäure behandelt und die Lösung mit den betreffenden Reagentien prüft (Abth. V.). — Jedoch will ich dabei nicht unerwähnt lassen, daß auch schon in der Asche unverfälschten Getreides Spuren von Kupferoxyd angetroffen wurden.

c. Wesen, Güte, Nahrhaftigkeit, Surrogatzusätze und Verfälschungen des Brodes.

§. 412.

Aus dem Vorhergehenden ergiebt sich, was das Brod ist. Seine Krume bildet ein viele Zwischenräume enthaltendes und dadurch lockeres Gemenge von kleisterartig aufgequollenem Stärkemehl mit geronnenem Eiweiß, Kleber, Dextrin, Zucker, Salzen ꝛc.; seine Kruste besteht aus Dextrin und wenig bekannten Röstungsprodukten. Beide müssen bei gutem Brode fest vereinigt sein; auch darf solches keine Wasserränder und teigige Stellen zeigen, sondern es muß in seiner Masse gleichförmig locker und porös sein.

---

*) Nach Knapp's Berechnung beträgt die Menge des jährlich beim Backen des Brodbedarfs für die Bewohner der deutschen Bundesländer verloren gehenden Weingeistes 250000 Ohm beiläufig.

**) Büchner sen. (im Berichte der Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte zu Mainz 1843 S. 111) fand bei einem Bäcker eine zollbreite Rinde von Grünspan über dem Sauerteig.

Was die Nahrhaftigkeit des Brodes betrifft, so hängt dieselbe erstlich von der Zusammensetzung des verwendeten Mehles, zweitens von der Menge des im Brode enthaltenen Wassers ab.

Die Zusammensetzung der Getreidesamen und ihrer Mehlsorten haben wir bereits im zweiten Abschnitt der Abth. III, die Principien, nach denen allein die Nahrhaftigkeit einer Speise vernünftigerweise bestimmt werden kann, im vierten Abschnitte derselben Abtheilung kennen gelernt, es bleibt demnach übrig, über den Wassergehalt des Brodes das Nothwendige zu sagen.

Derselbe ist abhängig von der Wasser bindenden Kraft des Mehles, welche mit ihrem Klebergehalte zunimmt, und ferner von polizeilichen Bestimmungen, die da vorschreiben, wie viel Brod aus einem bestimmten Gewichte Mehl gebacken werden darf. — Die Wassermenge nimmt beim Liegen in den ersten Tagen nicht so bedeutend ab, wie man glauben möchte.

Nach Dumas beträgt die Wassermenge im Pariser Brode:

Zeit nach dem Herausnehmen in Stunden	Wassergehalt in Procenten	
	Commißbrod	Weißbrod
2	51,50	45,96
6	51,07	
10	51,11	44,03
18	50,86	
24		43,45

Im Gießener Schwarzbrod fand ich am zweiten Tage nach dem Backen 40 Proc. Wasser. — In Deutschland nimmt man im Allgemeinen an, daß 3 Pfd. Mehl von 14—15 Proc. Wassergehalt 4 Pfd. Brod geben. —

Ein wasserhaltigeres und doch gutes Brod erhält man, nach James (der auf seine Erfindung in England ein Patent nahm), wenn man das zum Einteigen bestimmte Wasser erst mit einem Theile des Mehles kocht.

Zusätze von Mehlsurrogaten beim Brodbacken. — In Zeiten der Theuerung und Noth hat man von jeher auf Mittel gesonnen, das Mehl, an welchem Mangel war, durch andere, billigere Substanzen theilweise zu ersetzen. Häufig sind es Laien, der Chemie und Bäckerei Unkundige, welche solche Versuche in Vorschlag gebracht haben und bringen; nur auf diese Art läßt sich die Unzweckmäßigkeit und Unhaltbarkeit vieler dieser sehr gut gemeinten Vorschläge erklären.

Im Folgenden betrachte ich einige der als Mehlsurrogate vorgeschlagenen Substanzen näher, um meinen obigen Ausspruch als begründet zu erweisen. — Ich setze hierbei das §. 346 u. f. Mitgetheilte als bekannt voraus.

1. Mehl der Hülsenfrüchte. Dasselbe ist nahrhafter als Weizen- und viel nahrhafter als Roggenmehl, demnach ein sehr empfehlenswerthes Surrogat. Es kann aber in der Regel nicht oder nicht viel billiger geliefert werden als das Getreidemehl.

2. Malzteig. Der Malzteig (Oberteig) ist die aus den feinen Mehlthei-

len des Malzes bestehende, sich beim Meischen über den Hülsen absondernde Masse. Nach Schloßberger enthält sie, bei etwa 75 Proc. Wassergehalt, 4—8 Proc. Stärkemehl und 21—26 Proc. stickstoffhaltige Substanzen. Der Malzteig verdient somit, da er, mit gleichen Theilen Mehl zum Teig gemacht, nach Schloßberger und Essig, ein tadelloses Brod liefert und sonst nur als Viehfutter verwendet wird, besonderer Empfehlung.

3. Mais- und Reis-Mehl, Kartoffelmehl, gekochte Kartoffeln. Durch diese Zusätze wird das Brod ärmer an stickstoffreichen Substanzen und somit minder nahrhaft. — Auch steht in Frage, ob es sich wirklich lohnt, diese Nahrungsmittel mit erheblichen Kosten gerade in die Form von Brod zu bringen, da man sie doch auch so (als Suppe, Brei oder drgl.) ohne besondere Kosten ganz vortrefflich genießen kann. — In der Regel scheint das Kartoffelbrod deshalb billiger, weil man es wasserhaltiger macht.

4. Zerriebene und ausgedrückte Kartoffeln. Da bei Anwendung solcher der Kartoffelsaft mindestens zur Hälfte, und mit ihm das Eiweiß, Gummi, überhaupt die löslichen Bestandtheile der Kartoffeln, verloren geht, so findet hierbei eine wahre Verschwendung Statt, die um so unverantwortlicher ist, wenn man sie in Zeiten der Noth vornimmt. — Abgesehen davon ist das unter Zusatz derselben bereitete Brod minder nahrhaft und nur dann billiger, wenn es wasserhaltiger ist.

5. Zerriebene oder gekochte Rüben aller Art liefern, wenn der Zusatz irgend erheblich ist, ein schlechtes Brod, bei dessen Anblick und Genuß ich mich des Gedankens nie erwehren konnte, ob es wohl zu rechtfertigen sei, daß man gutes Mehl auf solche Art verderbe. Das so erhaltene Brod ist übrigens minder nahrhaft und nur bei größerem Wassergehalt billiger als reines Getreidebrod. Verwendet man die Rüben zerrieben und ausgedrückt, so geht außerdem im Saft das Eiweiß großentheils verloren. — Auch ist bei diesen Zusätzen zu bedenken, daß bei Mangel an Brod in der Regel auch eben kein Ueberfluß an Viehfutter stattfindet, und daß uns die Runkelrüben ꝛc. ja auch dann zu Gute kommen, wenn wir damit Rindvieh oder Schweine füttern und diese verzehren. Ferner können Rüben nur am Orte, wo sie gebaut wurden, und in nächster Nähe verwendet werden, denn wer wird Rüben meilenweit kommen lassen, um bei je 100 Centnern die Fracht für 80—90 Centner Wasser zu vergeuden.

6. Bei Zusatz der Gelee des Isländischen Mooses läßt sich eine größere Menge Wasser unter das Brod backen, daher der scheinbare Vortheil dieses Zusatzes. Nur wenn viel wasserhaltiger, ist so bereitetes Brod billiger, immer aber minder nahrhaft.

7. Oelkuchenmehl, obgleich wie alle Surrogate am Anfang vielfach gepriesen, liefert in Folge seines schwer zu beseitigenden Gehaltes an ranzigem Oele ein ekelhaftes und gewiß auch ungesundes Brod.

8. Sägespäne, fein zerschnittenes Stroh ꝛc. machen das Brod in demselben Maße billiger, in welchem sie es weniger nahrhaft machen. Vorschläge der Art können nur von Leuten kommen, welche meinen, für den Ernährungsproceß sei es gleichgültig, mit welchen Substanzen der Magen ausgestopft wird.

9. Queckenwurzeln (Rad. Graminis der Apotheken). Die Mühe sie zu suchen und auszugraben erfordert jedenfalls einen Aufwand an Kraft und Nahrung, der mit der Ausbeute in gar keinem Verhältniß steht; auch muß ihre Menge wie ein Tropfen im Meer erscheinen, wenn man bedenkt, daß in Deutsch-

land, nach Knapp's Berechnung, täglich etwa 250000 Malter Brodfrüchte verzehrt werden.

Verfälschungen des Brodes. Alle Substanzen, welche wir eben als Surrogate des Mehles bezeichnet haben, sind als Verfälschungen zu betrachten, wenn das Brod als reines Getreidebrod verkauft wird. — Außerdem können im Brode die Verfälschungen mit unorganischen Substanzen vorkommen, die wir beim Mehle angeführt haben. Sie werden entdeckt wie bei diesem.

Kartoffelkleister entdeckt man, nach Donny (vergl. oben S. 581), im Brode, indem man ein Stückchen Krume mit schwacher Kalilauge (1 Kali, 60 Wasser) befeuchtet, einige Zeit weichen läßt, dann mit den Fingern ausdrückt, und die Flüssigkeit unter dem Mikroskope betrachtet. Die Form der Körnchen erscheint zwar in Folge der Erhitzung während des Backens anfangs etwas verändert, sie tritt aber wieder vollkommen deutlich hervor, wenn man die trübe Flüssigkeit bei gelinder Wärme eintrocknen läßt und den Rückstand mit Jodwasser anfeuchtet, wobei die Stärkekügelchen zugleich blau werden.

7. Die Bereitung des Rohr- und Runkelrübenzuckers.

Diese Fabrikationen, welche nur seltener mit den Interessen der Landwirthe eng verflochten sind, können hier nur in ganz gedrängtem Ueberblicke geboten werden. Sie zerfallen 1) in die Darstellung des Rohzuckers, 2) in die Reinigung oder Raffinerie desselben. Beide Operationen sind in der Praxis meist in verschiedenen Händen.

A. Fabrikation des Rohzuckers aus Zuckerrohr.

§. 413.

Keine Pflanze enthält mehr krystallisirbaren Zucker als das Zuckerrohr. Nach Peligot besteht dasselbe aus:

Zucker . . .	18			Faser . . .	10
Faser ꝛc. . . .	10	oder		Saft . . .	90
Wasser . . .	72				
	100				100

Das in den Kolonieen meistens noch befolgte Verfahren ist jedoch so unvollkommen, daß man nicht viel mehr als $^1/_3$ des vorhandenen Zuckers wirklich gewinnt. Das Zuckerrohr wird zuerst zwischen Walzen zerquetscht und ausgepreßt; der Saft unter Zusatz von 0,1 bis 0,3 Proc. Kalk aufgekocht (geläutert), abgeschäumt, eingekocht bis zum Krystallisationspunkte, und in Kasten krystallisiren gelassen. Die erhaltenen kleinen und unreinen Krystalle füllt man in Bottiche (Formen) mit durchlöchertem Boden und läßt die Mutterlauge (Melasse) abtropfen.

Der Saft des Zuckerrohrs enthält nach Peligot:

Zucker	20,9
Organische Materien anderer Art	0,2
Mineralische Salze	1,7
Wasser	77,2
	100,0

Beim Läutern unter Zusatz von Kalk scheidet sich als Schaum ab: Eiweiß, Wachs, Chlorophyll, phosphorsaurer Kalk und Kieselerde.

Die Bestandtheile des Zuckerrohrs finden sich in den Produkten folgendermaßen wieder. 1000 Thle. Zuckerrohr liefern, nach Dupuy, im Mittel:

Rohzucker	76,0	
Melasse	28,5	(noch enthaltend Zucker 19)
Preßrückstand (Bagasse)	390,5	(» » » 65)
Wasser	505,0	

An dem Umstande, daß der in der Melasse enthaltene Zucker sich durch weitere Krystallisation nicht gewinnen läßt, sind vorzugsweise die beigemengten Salze Schuld.

B. Fabrikation des Rohzuckers aus Runkelrüben.

§. 414.

Die Zusammensetzung der Runkelrüben haben wir oben §. 242 bereits kennen gelernt und daselbst gesehen, daß dieselben etwa 12 Proc. Zucker enthalten; nach Pelouze und Hochstetter ist derselbe gänzlich krystallisirbar. Die Menge des Zuckers wechselt übrigens bedeutend, je nach Boden, Düngung, Clima ꝛc. — Zur Gewinnung des Zuckers aus den Rüben sind verschiedene Methoden in Vorschlag und Ausführung gekommen, von welchen wir die üblichste hier betrachten wollen.

1. Die durch Waschen von Erde gereinigten Rüben werden zerrieben.

2. Der Saft wird unter Zusatz von ein wenig Kalk durch Aufkochen geläutert.

3. Die geläuterte Flüssigkeit wird durch grobe Knochenkohle filtrirt, dann durch Abdampfen concentrirt, durch feinere Knochenkohle filtrirt und endlich bis zum Krystallisationspunkte eingedampft.

4. Aus den Kochpfannen kommt die eingedickte Lösung in Kühlapparate, woselbst man sie bis auf 55 — 50° C. abkühlen läßt; alsdann wird sie in die Krystallisationskästen (umgekehrt kegelförmige Gefäße, welche unten mit einer verschließbaren Oeffnung versehen sind) gebracht. Daselbst krystallisirt beim Erkalten der Rohzucker heraus. Man läßt, durch Wegnahme des Stopfens aus der

unteren Oeffnung des Krystallisationskastens die Melasse abfließen und bringt den Rohzucker getrocknet in den Handel.

Der Saft der Runkelrüben enthält außer Zucker alle die löslichen Bestandtheile der Runkelrübe; also namentlich Eiweiß, Pektin, Gummi, Salze mit unorganischen und organischen Säuren und Aepfelsäure. Das Läutern hat zum Zwecke, die fremden Substanzen so viel als möglich zu entfernen. Beim Kochen nämlich gerinnt das Eiweiß, der Kalk aber schlägt Pektinsäure und Aepfelsäure, ferner Phosphorsäure, Kieselsäure, Magnesia ꝛc. nieder, gleichzeitig aber tritt er mit dem Zucker zu einer eigenthümlichen, lockeren Verbindung zusammen, welche schon durch Thierkohle wieder zerlegt wird. — Ehe man letzteres wußte, glaubte man den Kalk allein nicht anwenden zu dürfen und setzte zu seiner Sättigung später Schwefelsäure zu; jetzt thut man dies nur dann, wenn nach der Läuterung mit Kalk die Flüssigkeit zu stark alkalisch reagirt. — Die früher übliche, sogenannte deutsche Läuterungsmethode, nach welcher zuerst Schwefelsäure, dann Kalkmilch zugesetzt wurde, ist nicht oder wenig mehr in Gebrauch.

Bei dem Filtriren durch Thierkohle wird die Verbindung des Zuckers mit Kalk aufgehoben und dieser zurückgehalten; gleichzeitig wird die Flüssigkeit theilweise entfärbt und von den beim Läutern und Abdampfen ausgeschiedenen unlöslichen Verbindungen befreit.

Beim Abdampfen geht immer ein Theil des krystallisirbaren Zuckers in unkrystallisirbaren über (§. 196), daher man allen Scharfsinn aufgeboten hat, dasselbe so viel als möglich abzukürzen. Gegenwärtig benutzt man fast allein Dampfheizung und beschleunigt das Verdampfen des Wassers durch Herstellung eines luftverdünnten Raumes.

C. Die Raffinerie des Rohzuckers.

§. 415.

Der Rohzucker wird in kupfernen Pfannen durch Zuleiten von Wasserdampf geschmolzen, alsdann mit 3—4 Proc. Knochenkohle und 0,5 Proc. Ochsenblut gemischt und rasch zum Sieden erhitzt. Man filtrirt nunmehr zuerst durch wollene Säcke (um Kohle, Geronnenes und Unreinigkeiten zurückzuhalten), dann durch Thierkohle. Die auf diese Art möglichst entfärbte Flüssigkeit wird rasch (mittelst Dampfs und mit Hülfe eines luftverdünnten Raumes) zum Krystallisationspunkte abgedampft und unter Umrühren erst in den Kühlern auf 50°, dann in den unten noch verstopften Zuckerhutformen von gebranntem Thon vollständig erkalten gelassen. Durch Wegnahme des Verschlusses an der Spitze der Formen läßt man nunmehr den Syrup abfließen und wäscht den Rest aus der krystallisirten (in Folge des Umrührens kleinkörnigen) Zuckermasse durch mehrmals wiederholtes Aufdecken feuchten Thones aus. — Die aus den Formen genommenen Zuckerhüte werden alsdann getrocknet, verpackt und in den Handel gebracht.

Die Produkte der Zuckerraffinerieen sind folgende:

1) Sogenannter weißer Zucker in Hüten, auf die eben angegebene Art gewonnen. Der feinste heißt Raffinade, der minder weiße Melis. —
2) Weißer Candiszucker. Durch langsame Krystallisation der ganz gereinigten Zuckerlösung erhalten, daher in großen, regelmäßigen Krystallen.
3) Lumpenzucker und Farine- oder Kochzucker. Durch weiteres Eindampfen des von den Hüten abgeflossenen Syrups erhalten, in klumpigen Massen oder feinkörnig, und von verschiedener Reinheit in den Handel kommend.
4) Gelber und brauner Candiszucker. Aus dem vom Hutzucker abgeflossenen Syrup durch Eindampfen und langsame Krystallisation, daher in großen, regelmäßigen Krystallen, gewonnen.
5) Brauner Syrup oder Melasse, die zuletzt erhaltene Mutterlauge, welche bei weiterem Eindampfen keine Krystalle mehr liefert.

Unter dem Namen Würfelzucker kamen vor einigen Jahren kleine, viereckige Zuckerstücke in Packeten zu verhältnißmäßig niederen Preisen in Verkauf. Bei näherer Untersuchung ergab sich, daß sie (wenigstens manche Sorten) nicht aus reinem Rohrzucker, sondern aus einem Gemenge von Rohrzucker mit Stärkezucker bestanden. Wie ein derartiger Zusatz nachzuweisen und seine Menge zu bestimmen ist, soll in Abtheil. V. gezeigt werden.

8. Die Bereitung des Stärkezuckers.

§. 416.

Seit man für den Stärkezucker geeignete Verwendungen hat kennen gelernt (zur Bereitung von Weingeist, als Zusatz zu Weinmost in schlechteren Jahrgängen, zur Darstellung von Bier, sogenanntem Kartoffelbier ꝛc.), wird seine Darstellung fabrikmäßig betrieben. Die Ueberführung des Stärkemehls in Zucker wird entweder durch Schwefelsäure oder Diastase (Malz) bewerkstelligt.

A. Darstellung mit Schwefelsäure.

1. Man kocht Wasser, dem man etwa 1 Proc. englische Schwefelsäure zugesetzt hat, und trägt nach und nach etwa $\frac{1}{4}$ vom Gewichte des Wassers Stärke ein. Man setzt alsdann das Kochen fort, bis eine Probe durch Weingeist nicht mehr gefällt wird, d. h., bis alles Stärkemehl wirklich in Zucker übergeführt ist. — Der Proceß kann zweckmäßig auch in Bottichen vorgenommen werden, indem man die Erhitzung durch eingeleiteten Wasserdampf bewirkt. — In letzterem Falle nimmt man am besten auf 100 Thle. trockene Stärke 150 — 200 Thle. Wasser und 1 — 3 Thle. Schwefelsäure (Otto).

2. Man zapft die heiße, saure Zuckerlösung in einen Bottich

ab, der in verschiedenen Höhen mit durch Zapfen verschlossenen Löchern versehen ist, und setzt portionenweise und unter Umrühren gepulverten kohlensauren Kalk im Ueberschuß, d. h. in solcher Menge zu, daß Lackmuspapier nicht mehr bleibend geröthet wird. Auch Kalkmilch kann zu diesem Zwecke verwendet werden, doch ist alsdann ein Ueberschuß zu vermeiden.

3. Man läßt die trübe Flüssigkeit ruhig stehen, bis sie sich geklärt hat, und zapft die helle von dem aus schwefelsaurem (und überschüssig zugesetztem kohlensaurem) Kalke bestehenden Bodensatze ab. — Letzteren wäscht man auf geeignete Art aus, um die darin noch enthaltene Zuckerlösung zu gewinnen.

4. Die klare Zuckerlösung wird nunmehr so oder unter Zusatz von etwas Knochenkohle zur dünnen Syrupdicke eingedampft, und durch Stehenlassen und filtriren, oder (nach vorherigem Abkühlen auf 62° C.) durch Zusatz von mit Wasser verdünntem Blut oder von Milch, Aufkochen und Abschäumen, von dem beim Abdampfen ausgeschiedenen Gypse ꝛc. befreit.

5. Den geklärten Syrup läßt man zur Abscheidung etwa beigemischter gröberer Unreinigkeiten 12 Stunden lang in Holzbottichen absitzen (man filtrirt ihn auch wohl), dann dampft man ihn zur dicken Syrupconsistenz ein und bringt ihn in der Regel so in den Handel.

Wünscht man den Zucker krümlig und trocken, so läßt man ihn aus dem stark (aber bei nicht zu heftigem Feuer) eingeengten Syrupe durch längeres Stehen auskrystallisiren. Wünscht man dagegen, daß aus dem Syrup kein Theil des Zuckers sich in fester Form ausscheidet, so kocht man den Syrup lange und stark, und führt so den Stärkezucker theilweise in den sogenannten Schleimzucker (§. 196) über.

B. Darstellung mit Malz.

Man rührt in etwa 540 Theile Wasser, welches in einem Kessel, am besten durch Dampfheizung, auf 25 — 30° C. gebracht ist, 5 bis 10 Thle. Malz (je nach seiner Güte) ein, erhitzt auf 60° C., mischt 100 Thle. Stärkemehl zu, steigert die Temperatur auf 65 — 70° C. und erhält die Masse darin, bis die Stärke gelöst und die zuvor dickliche Flüssigkeit dünn geworden ist. Wünscht man nun reinen Stärkezuckersyrup, so setzt man die Digestion fort, bis eine Probe durch Alkohol nicht mehr gefällt wird, und dampft sodann ein; beabsichtigt man hingegen die Darstellung des sogenannten Dextrinsyrupes (d. h. einer Lösung von Zucker und Dextrin), welcher jetzt in der Industrie zu mancherlei Zwecken verwendet wird,

so setzt man die Digestion nur so lange fort, bis Dextrin und Zucker im gewünschten Verhältnisse gebildet sind, erhitzt alsdann zum Kochen (wodurch die weitere Wirkung der Diastase sogleich aufgehoben wird) und dampft ein.

9. Gewinnung der fetten Oele.

A. Darstellung.

§. 417.

Die Gewinnung der fetten Oele aus ölreichen Samen ist mehr eine mechanische, als chemische Operation. Die Samen werden zuerst zermalmt und gemahlen, alsdann zuweilen kalt, meist aber nach vorhergegangenem Erwärmen, ausgepreßt.

Es ist begreiflich, daß aus den Samen beim Pressen außer dem Oele auch das Wasser und mit diesem eine verhältnißmäßige Menge der darin gelösten Stoffe: Eiweiß, Schleim ꝛc. ausquillt. Da aber das Oel um so werthvoller ist, je weniger Wasser, Eiweiß und Schleim es enthält, so ergiebt sich als erste Regel, daß Oelsamen nicht unmittelbar nach der Ernte, sondern erst nach mehrmonatlichem Lagern und Austrocknen zur Oelbereitung verwendet werden dürfen.

Preßt man aus dem Samenmehle das Oel kalt aus, so erhält man wegen der dickflüssigeren Beschaffenheit desselben stets eine geringere Ausbeute, auch ist das Oel eiweißhaltig und reicher an Schleim und Wasser als warm gepreßtes, aber es hat einen reineren und angenehmeren Geschmack. — Beim Erwärmen nämlich, welches bei weitem am zweckmäßigsten in durch Dampf geheizten Kesseln ausgeführt wird, gerinnt das Eiweiß und verdampft ein Theil Wasser. Der Geschmack des warm gepreßten Oels leidet namentlich dann, wenn das Samenmehl oder ein Theil desselben über 100° erhitzt wird, wie dies bei dem jetzt meist noch angewendeten Erhitzen über freiem Feuer kaum zu vermeiden ist.

B. Raffiniren der Brennöle.

§. 418.

Wenngleich, wie sich aus dem Vorherigen ergiebt, die warm gepreßten Oele weniger Wasser, Schleim und fremde Stoffe enthalten, als die kalt gepreßten, so sind sie doch nicht frei davon, und da diese Stoffe, welche nicht oder nicht vollständig verbrennen und somit die Lampendochte verstopfen, den Werth der Brennöle bedeutend vermindern, so pflegt man letztere in der Regel vor dem Gebrauche zu reinigen.

Man mischt zu dem Ende dem unreinen Oele in dünnem Strahle und unter Umrühren 1 bis 1½ Proc. englische Schwefelsäure zu und bewegt die Mischung heftig und anhaltend (meist in einem um seine Achse beweglichen Fasse), bis das anfangs dunkel gefärbte Oel hell geworden, und die geschwärzten Stoffe sich zu deutlich sichtbaren

Flocken vereinigt haben. Man mischt alsdann etwa $^2/_3$ des Oels warmes Wasser von 60° C. zu, schüttelt vollständig durch einander, bringt in geeignete, mit Zapflöchern versehene Bottiche und läßt alsdann mehrere Tage ruhig stehen. In dem Falle trennt sich das schwerere Wasser von dem leichteren Oele, und zwischen beiden sammeln sich die abgeschiedenen Flocken. Man zapft nunmehr das Oel vorsichtig ab, filtrirt es durch Baumwolle, Moos oder dergl. und bringt es als geläutertes oder raffinirtes Oel in den Handel.

Die angeführte Methode der Oelreinigung beruht darauf, daß die Schwefelsäure das dem Oele beigemengte Wasser an sich zieht und die darin aufgelösten Stoffe (Schleim, Farbstoff ꝛc.) verkohlt. Durch das Schütteln mit Wasser wird alsdann das Oel von der beigemischten Säure befreit. Vollständiger noch wird dieser Zweck durch verdünnte Kalkmilch erreicht.

10. Fabrikation der Seife.

Das Wesen der Seife und die Darstellung der Seifen im Allgemeinen haben wir im §. 200. u. f. bereits kennen gelernt. Hier soll ein kurzer Ueberblick über die Seifenfabrikation, wie sie gewöhnlich betrieben wird, gegeben werden.

Sämmtliche Seifen zerfallen in weiche und in harte Seifen. Jene (die sogenannten Schmierseifen) enthalten vorzugsweise Olinsäure in Verbindung mit Kali, diese Stearinsäure, Margarinsäure und Oleïnsäure, gebunden an Natron, oder an Natron und Kali.

A. Weiche Seifen.

§. 419.

Die zur Darstellung derselben bestimmten fetten Substanzen (trocknende Oele, namentlich Hanföl, ferner Thran, Talg, Fettabgänge) werden mit Kalilauge von geeigneter Concentration gekocht, bis die Verseifung vollständig beendigt, und somit die Lösung — der Seifenleim — klar geworden ist. Zeigt alsdann eine herausgenommene Probe noch nicht die Consistenz, welche beabsichtigt wird, so setzt man das Kochen fort, bis dieser Punkt erreicht ist. — Die gewöhnlich in Steintröge ausgeschöpfte Seife wird nach dem Erkalten in Fässer gefüllt.

Da bei Bereitung der Schmierseife von den hinzugebrachten Materialien kein Theil entfernt wird (mit Ausnahme von Wasser), so ergiebt sich ohne Mühe, woraus dieselbe besteht. Sie stellt nämlich die Kalisalze der aus den angewendeten Fetten abgeschiedenen fetten Säuren dar, enthält aber außerdem das mit letzteren zugleich abgeschiedene Oelsüß; ferner stets einen gewissen Ueberschuß an Kali und kohlensaurem Kali und (da zum Verseifen durch Kali kaustisch gemachte Potaschenlösung verwendet wird) alle in der Potasche enthalten gewesenen fremden Salze.

Von besonderer Wichtigkeit für das Gelingen der Operation ist das Verhältniß des Kali's zum Oel und die Concentration der Lauge. — Ist letztere zu concentrirt, so schwimmt das Oel oben auf und verseift sich nicht, — ist sie zu verdünnt, so dauert der Proceß zu lange. — Waltet das Kali zu sehr vor, so entsteht (weil die Seife in Kalilauge unlöslich ist) kein klarer Leim; fehlt hingegen Alkali, so bildet sich saures olinsaures ꝛc. Kali, welches sich in dicken Klumpen am Boden anhängt.

Nach Dumas erfordern 200 Thle. Oel zur Verseifung Lauge von 15 Proc. aus 72 Thln. amerikanischer Potasche. Die Ausbeute beträgt 400 Thle. (nach Ure 460 Thle.) guter Seife.

Die Schmierseife stellt eine dicke, zähe, durchscheinende, schlüpfrige, meist übelriechende, grünlich oder gelblich braune Masse dar, welche sich in Wasser leicht zu einer stark schäumenden Flüssigkeit löst; in Weingeist löst sie sich ebenfalls, jedoch mit Zurücklassung der fremden Salze. Die unter Talgzusatz bereitete Schmierseife erscheint häufig körnig-krystallinisch durch eingemengtes festes stearinsaures Kali.

Thénard fand in 100 Thln. Schmierseife:

Kali	9,5
Fette Säuren . .	44,0
Wasser	46,5
	100,0.

Die Schmierseife wird vorzugsweise beim Bleichen der Leinwand, zur Reinigung gröberer Wäsche, zum Walken ꝛc. gebraucht.

B. Harte Seifen.

§. 420.

Zur Bereitung der harten Seifen verwendet man entweder geradezu Natronlauge (in dem Falle erhält man reine Natronseifen), oder man verseift mit Kalilauge und zersetzt die Kaliseife alsdann durch Kochsalz (in welchem Falle man Kali-Natron-Seifen bekommt). Von fetten Substanzen wird bei uns vorzugsweise Talg, in Südeuropa aber hauptsächlich Olivenöl verwendet.

Uns interessirt hier zunächst die Seifenbereitung aus Talg, wie sie hier zu Lande in der Regel betrieben wird.

Den Proceß beginnt man damit, daß man den Talg mit Kalilauge von geeigneter Stärke kocht, bis ein klarer Seifenleim entstanden ist. Man fügt alsdann Kochsalz portionenweise zu, bis die (in Kochsalzlösung unlösliche) Seife sich vollständig ausgeschieden hat; da sie leichter ist, als die vorhandene Lauge (Unterlauge), so schwimmt sie auf der Oberfläche. Nach einigem Kochen seiht man die Seife durch ein grobes Tuch, um sie von gröberen Unreinigkeiten (welche auf dem Tuche zurückbleiben) zu befreien. Nach ½ Stunde nimmt man die Seife von der Lauge ab, kocht sie alsdann mit neuer, mit

etwas Kalilauge versetzter Kochsalzlösung, bis eine Probe hart erscheint und beim Drucke sich blättert, und nimmt nunmehr das Feuer weg. Die Seife sammelt sich nach kurzer Zeit auf der Oberfläche. Man schöpft sie vorsichtig von der Lauge ab, bringt sie in Formen, läßt sie darin erkalten, zerschneidet sie mittelst eines Drahtes und läßt die viereckigen, langen Stücke an der Luft austrocknen.

Die so gewonnene Seife (Kernseife) ist fest und hart. 5 Pfd. Talg liefern etwa 8 Pfund derselben. Sie besteht, nach der angegebenen Methode bereitet, aus stearinsaurem und oleïnsaurem Natron und Kali, indem beim Zusatze des Kochsalzes die Kaliseife größtentheils in Natronseife umgewandelt wird, während andererseits Chlorkalium entsteht, welches, gemengt mit Chlornatrium, freiem und kohlensaurem Kali und den fremden Salzen der Lauge, in der Unterlauge bleibt. Die Kernseife erscheint meistens nicht weiß, sondern farbig marmorirt. Es rührt dies von Kupferoxyd- und Eisenoxydul-Seifen her, welche sich beim Erkalten der Seife an einzelnen Stellen ansammeln. Das Marmorirtsein ist ein Kennzeichen der Kernseife, läßt sich aber auch in wasserhaltiger Seife künstlich bewerkstelligen. — Erwärmt man Regenwasser mit marmorirter Kernseife, so scheiden sich die färbenden Substanzen aus, gießt man die Seife von denselben ab, so erhält man weiße Seife, welche je nach der angewendeten Wassermenge mehr oder weniger Wasser enthält. Auf diese Art kann man aus 1 Pfd. Kernseife bis zu 6 Pfd. einer Seife machen, welche immer noch hart (wenngleich weniger hart als Kernseife) ist. Die auf solche Art bereitete, sogenannte weiße Tafelseife enthält gewöhnlich 45—60 Proc. Wasser, während die Kernseife nur etwa 10 Proc. enthält. Um letztere billiger verkaufen zu können, lassen die Seifensieder dieselbe jedoch gewöhnlich in schwacher, salzhaltiger Lauge aufquellen und bringen sie so auf einen Wassergehalt von 15—20 Proc.

Eine gute Seife muß weiß oder schwach gelblich sein, trocken, nicht fett, in Wasser löslich; beim Trocknen darf sie nicht zu viel schwinden und keine Salze (einfach, anderthalb- oder doppelt-kohlensaure Alkalien, herrührend von einem Ueberschuß von Alkali in der Seife) auswittern lassen.

Wie sehr man beim Einkauf und der Beurtheilung des Werthes einer Seife auf ihren Wassergehalt Rücksicht zu nehmen hat, ergiebt sich aus dem Mitgetheilten. Will man sich vom Wassergehalte genaue Kenntniß verschaffen, so wäge man ein Stückchen Seife ab, schneide es in dünne Scheibchen und trockne diese in gelinder Wärme, zuletzt bei der Temperatur siedenden Wassers, auf einem Teller.

Die zur Seifenbereitung erforderliche Kalilauge stellt man in ländlichen Haushaltungen in der Regel aus Buchenholzasche dar. Auf 1 Centner Talg werden $2\frac{1}{2}$ bis 3 Ctr. Asche und $\frac{1}{4}$ der Asche gebrannter Kalk gerechnet. — Die Asche häuft man auf einem reinen Fußboden an, bringt den Kalk in eine Vertiefung des Haufens und benetzt ihn mit $\frac{1}{3}$ seines Gewichtes Wasser. Wenn er sich zu löschen beginnt, bedeckt man ihn mit Asche, und wenn er vollkommen zerfallen ist, mengt man den Haufen, nöthigenfalls unter Zusatz von etwas Wasser, gleichförmig; hierauf stampft man die Masse in den Aescher (ein hohes Faß mit Siebboden, welcher mit einer Schicht Stroh bedeckt wird) ein, übergießt mit Wasser, läßt 24 Stunden stehen, zapft alsdann die starke Lauge (Feuerlauge) ab und wäscht den Rückstand mit Wasser aus, wodurch man schwächere Lauge erhält. — Man erkennt aus diesem Verfahren, daß der Kalk dem kohlensauren Kali auch

in der Kälte die Kohlensäure entzieht, sowie ferner, daß so gewonnene Lauge alle fremden Salze der Holzasche enthält.

11. Bereitung der Käse.

§. 421.

Die Bereitung, Aufbewahrung ꝛc. der Butter haben wir oben im §. 337. besprochen, auch wurde über die Abscheidung und Natur des Käses im §. 338. bereits das Wichtigste bemerkt. Es bleibt uns übrig von der Bereitung der Käse und ihrer Natur das Nothwendigste anzuführen.

Der Hauptbestandtheil sämmtlicher Käse ist das Caseïn oder der Käsestoff (§. 333.). Dieselben enthalten außerdem stets Butter. Diejenigen, welche einen pikanten Geruch und Geschmack haben, verdanken diese Eigenschaften den frei gewordenen flüchtigen Säuren der Butter, sowie verschiedenen Zersetzungsprodukten des Oelsüßes und Caseïns, von denen die wenigsten genau bekannt sind. Laskowski und Iljenko fanden im Limburger Käse bedeutende Mengen von Baldriansäure (§. 272.), Prout und Braconnot fanden im Käse eine eigenthümliche Substanz, welche sie Käseoxyd oder Aposepedin nannten. Mulder (sowie neuerlich auch Iljenko) erklärte dieselbe für Leucin ($C_{12}H_{12}O_4N$), einen geschmack- und geruchlosen, in Wasser etwas schwer löslichen, in perlmutterglänzenden Schuppen krystallisirenden Körper, den Braconnot entdeckte und der bei Einwirkung von reinen Alkalien auf Proteinsubstanzen, sowie auf Leim ꝛc. sich bildet. — Außerdem fand man im Käse Ammon, zum Theil mit Caseïn verbunden, und Ammonsalze.

Man unterscheidet im Handel sehr verschiedene Arten von Käsen. Bei Eintheilung derselben muß vor allem der größere oder geringere Buttergehalt, sowie der Umstand in's Auge gefaßt werden, ob süße oder sauer gewordene Milch zur Fabrikation verwendet wird. So erhält man aus abgerahmter saurer Milch die mageren Käse, wohin unsere Handkäse gehören, — aus frischer Milch, welche durch Lab zum Gerinnen gebracht wird, bereitet man die fetten Käse (Schweizer, Holländische, Englische Käse); wird endlich bei Darstellung der fetten Käse, um sie noch reicher an Butter zu machen, Rahm zugesetzt, so bekommt man Rahmkäse.

Magere Käse. Man läßt die Milch stehen, bis sie sauer geworden, verwendet den abgenommenen Rahm zur Butterbereitung, die darunter befindliche gallertartige Masse zur Darstellung der Käse. Man bringt sie auf ein Tuch und preßt das Ausgeschiedene (Käsematte, weißer Käse, Schmierkäse) von den sauren Molken ab. Nach Zusatz von Kochsalz und Kümmel formt man alsdann daraus durch

Kneten mit den Händen kleine runde Käse (Handkäse), welche man der Einwirkung der Luft aussetzt, bis sie die erwünschte Umsetzung (Zeitig- oder Speckigwerden) erlitten haben.

Die Käsematte besteht aus Caseïn, milchsaurem Caseïn und etwas Butter; sie ist getränkt mit sauren Molken (welche ihr anhängen wie einem Salz die Mutterlauge), und enthält somit auch kleinere Mengen der in den Molken aufgelösten Substanzen, nämlich: Milchzucker, milchsaure Salze ꝛc. — Ueber die Veränderung, welche die Käse beim Liegen an der Luft erleiden, und welche sich durch das von außen nach innen fortschreitende Speckigwerden zu erkennen giebt, vermag die Chemie bis jetzt noch keinen Aufschluß zu geben. Das aber lehrt die Erfahrung, daß die äußere Partie, welche die Umwandlung schon erlitten hat, gewöhnlich in stinkende Fäulniß übergeht, lange bevor die ganze Masse des Käses speckig geworden ist. Um dieses Faulwerden nicht überhand nehmen zu lassen, pflegt man die Käse von Zeit zu Zeit durchzuwaschen.

Fette Käse. Zur Bereitung der fetten Käse, z. B. der Schweizerkäse, bringt man die frische, oder jedenfalls eine noch nicht sauer gewordene, Milch mit Labwasser zusammen und erwärmt in einem kupfernen Kessel auf 30—40° C. 1—2 Stunden lang. Wenn die Milch (durch die Ausscheidung des Caseïns) in eine zitternde, gallertartige Masse verwandelt ist, bringt man sie in eine Holzwanne, durchschneidet sie mit einem hölzernen Messer und drückt den Käse durch Beschweren mit einem Deckel zu Boden. Durch wiederholtes Durchschneiden und Pressen entfernt man die Molken ziemlich vollständig.

Wenn der Käse auf diese Art einigermaßen fest geworden, zerbröckelt man ihn, setzt Kochsalz zu, knetet durch einander, preßt die zu einem Käse bestimmte Portion mittelst schwachen Druckes in eine Form, taucht alsdann den geformten Käse eine Zeit lang in lauwarme Molken, bis er eine Rinde bekommt, und preßt ihn nach dem Abtrocknen wiederum.

So vorgerichtet wird nun der Käse auf der ganzen Außenfläche mit Kochsalz eingerieben, auf ein Brettergestell gelegt und unter häufig erneutem Einreiben mit Kochsalz oder Salzlacke, und täglichem Umwenden liegen gelassen, bis er die nöthige Reife erlangt hat.

Die Beschaffenheit, welche der zeitige Käse hat, kann als bekannt vorausgesetzt werden; die große Verschiedenheit der einzelnen fetten Käsesorten (man denke an die porösen Schweizerkäse gegenüber den nicht porösen holländischen und englischen Käsen) ist durch kleine Unterschiede bei der Bereitung bedingt. Bei Darstellung der Schweizerkäse werden nämlich nicht alle Molken entfernt, der in denselben enthaltene Milchzucker erleidet geistige Gährung; die dabei auftretende Kohlensäure veranlaßt, ebenso wie beim Brodteige, die blasige Beschaffenheit. — Die englischen Käse hingegen werden so stark ausgepreßt, daß so gut wie keine Molken mehr darin enthalten sind, die zuvor genannte Wirkung kann daher nicht stattfinden. — Wird endlich dem Käse mehr Salz zugesetzt, als zur völligen Schei-

dung der Molken von dem Käse erforderlich ist, so beschränkt das Salz, vermöge seiner gährungshemmenden Kraft, sowohl die Umsetzung des Milchzuckers, wie die der Butter; die Käse behalten eine fette und milde Beschaffenheit (holländische Käse). Außer von diesen Umständen hängt die Qualität der Käse hauptsächlich von der Temperatur und Beschaffenheit der Räume ab, in denen sie reifen.

Zweiter Abschnitt.

Die forstwirthschaftlichen Gewerbe.

---

1. Die Bereitung der Potasche.

§. 422.

Der Begriff der Potasche ist bereits im §. 70 festgestellt worden. Zu ihrer Bereitung kann jede Asche dienen, welche viel kohlensaures Kali enthält, und zwar ist eine solche um so geeigneter zur Potaschefabrikation, je reicher sie an dem genannten Salze ist. Bei uns benutzt man zu ihrer Darstellung vorzugsweise die Asche des Brennholzes (meist des Buchenholzes), wohl auch die Asche des Rebholzes, der Weintrester, der Hefe ꝛc. (Die Zusammensetzung der betreffenden Aschen siehe oben im zweiten Abschnitte der dritten Abtheilung.) Die Bereitung umfaßt folgende Operationen:

1) Auslaugung. Sie wird mit heißem Wasser vorgenommen und zwar in der Weise, daß die Asche völlig erschöpft, und doch nur starke Lauge erhalten wird. Man bewerkstelligt dies, indem man das Wasser, mit welchem die letzten Antheile der Salze aus bereits ausgelaugter Asche ausgewaschen wurden, zum Auslaugen neuer Aschenportionen benutzt. Die Operation geschieht in Bottichen mit wahren und falschen (durchlöcherten) Böden. Die Bottiche sind so übereinander angeordnet, daß die Lauge des einen unmittelbar in den folgenden abgezapft werden kann.

Die erhaltene Lauge ist eine Auflösung aller löslichen Bestandtheile der

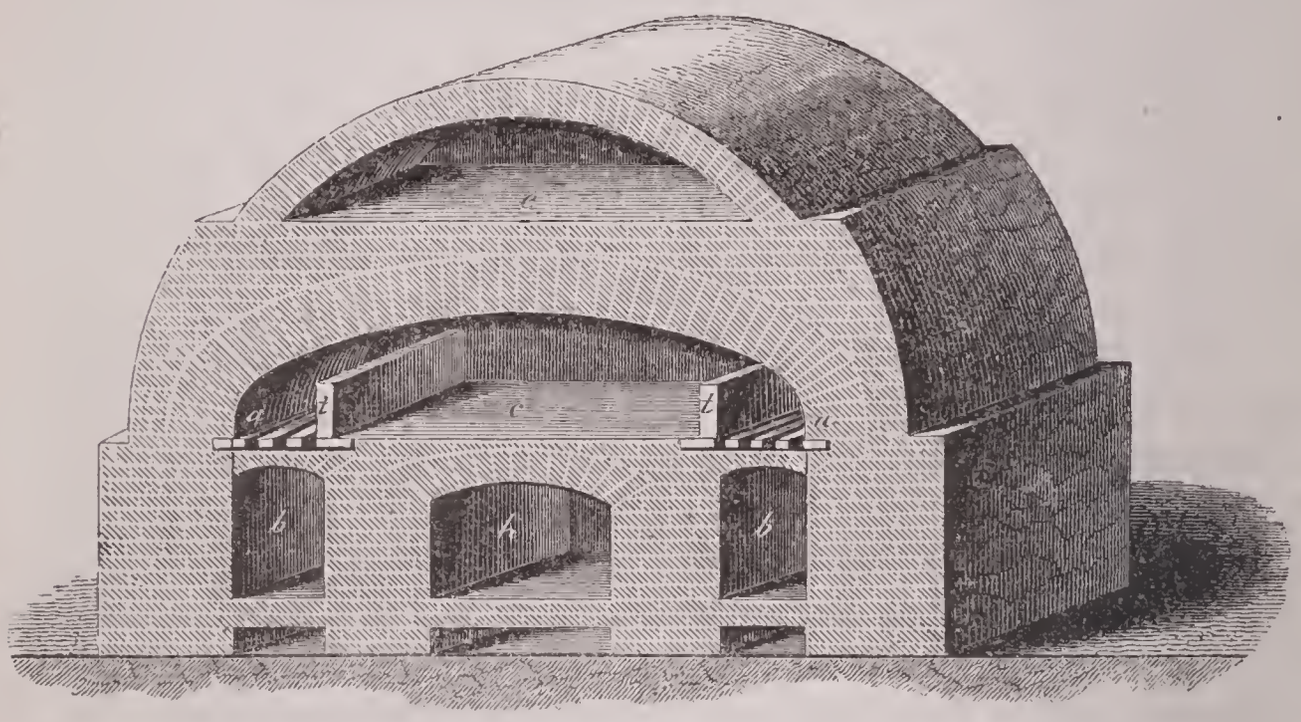
Asche; sie ist in braun gefärbt von organischen Substanzen, wenn die Asche nicht vollkommen frei von unverbrannten Rückständen war.

2) Abdampfen. Es geschieht am besten in gußeisernen Kesseln, wobei zweckmäßig die Einrichtung getroffen werden kann, daß die verloren gehende Wärme zum Vorwärmen der zum Nachfüllen bestimmten Lauge benutzt wird. Das Einkochen wird fortgesetzt, bis eine Probe der Lauge beim Erkalten krystallinisch erstarrt. Alsdann trocknet man die »gahre« Lauge bei mäßigem Feuer völlig ein.

Man erhält so eine schwarzbraune Salzmasse von etwa 6 Proc. Wassergehalt, welche fest auf dem Boden angebrannt ist. Ihre Bestandtheile sind uns bereits bekannt (§. 70.)

3) Calciniren. Die sogenannte rohe Potasche oder »der Fluß« wird jetzt mit Hacke oder Meißel herausgeschlagen und in Flammöfen mit doppelter Feuerung (Fig. 4) gebrannt. Sie kommt

Fig. 4.



hierbei auf die Sohle des Herdes (*c*); die Feuerung auf den Rösten *a a* geschieht mit trockenem, kleingespaltenem Holze. Die erzeugte Flamme schlägt über die Feuerbrücken *t t* in den Herd und bringt daselbst die Potasche zum Glühen. Die weißgebrannte Masse kommt sogleich in fest zu verschließende Fässer und führt im Handel den Namen »calcinirte Potasche.«

Beim Calciniren verliert die rohe Potasche an Gewicht, indem das noch vorhanden gewesene Wasser in der hohen Temperatur vollständig entweicht. Da das Glühen bei Luftzutritt geschieht, so verbrennen die in der rohen Potasche enthalten gewesenen organischen Substanzen. — Früher brannte man die Potasche in Töpfen, daher der Name Pot- (Topf) Asche.

Der Begriff der Potasche kann niemals ein bestimmter sein, da die Materialien zu ihrer Darstellung verschiedene Zusammensetzung haben. In der Regel enthält sie 60—70 Proc. kohlensaures Kali. Der Rest besteht aus den S. 106 genannten Salzen. — Der Werth der Potasche ist abhängig von ihrem Gehalte an kohlensaurem Alkali und kann nur auf chemischem Wege ermittelt werden (siehe Abtheilung V.).

2. Die Kohlenbrennerei.

§. 423.

Die Grundlage der Kohlenbrennerei wurde bereits oben im §. 289 besprochen. Hier haben wir uns hauptsächlich eine Uebersicht über die verschiedenen Methoden ihrer Ausführung zu verschaffen.

Sämmtliche lassen sich unter folgenden Gesichtspunkten betrachten:

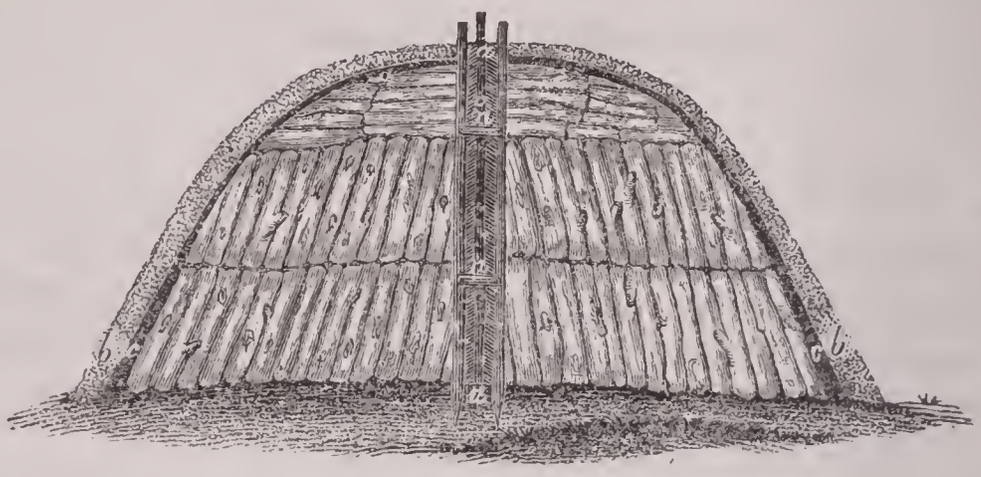
1) Methoden, bei denen nur die Kohlen erhalten werden, während Theer und Holzessig verloren gehen.
2) Methoden, bei denen man auf die Gewinnung der Kohlen und der flüchtigen Produkte gleichen Werth legt.
3) Methoden, bei denen es zunächst auf die Gewinnung von Theer und Holzessig abgesehen ist.

Die erste Methode ist diejenige, welche in Deutschland vorzugsweise ausgeführt wird. Man nimmt sie in den sogenannten Meilern vor. Dieselben werden auf einer beliebigen, trockenen, gegen Wind geschützten Stelle errichtet. Das zum Verkohlen bestimmte gespaltene Holz wird liegend, stehend, oder zum Theil liegend, zum Theil stehend, um eine aus einer dicken Stange (Quandel) oder aus drei zusammengebundenen Stangen bestehende, senkrechte Axe möglichst dicht geschichtet, und alsdann das Ganze mit einer mäßig dicken Lage von Rasen, Moos, Lehm und Kohlengestiebe überdeckt, so zwar, daß unten unweit des Bodens ringsum ein gewisser Austausch der Luft stattfinden kann. Der Meiler, welcher in der Regel die Gestalt einer Halbkugel oder eines abgestumpften Kegels hat, wird alsdann durch von oben oder von der Seite eingebrachte glühende Kohlen entzündet, und der Verbrennungsproceß durch Hemmen und Befördern des Luftzutritts (was man durch Bedecken der Oeffnungen oder Einstoßen von Löchern in die Decke bewerkstelligt) so geleitet, daß mit möglichst geringem Verluste an Holz der Inhalt des Meilers gleichmäßig verkohlt. Das Volumen des Meilers verringert sich etwa um $\frac{1}{3}$, in demselben Maße sinkt die bewegliche Decke ein. Bekommt sie Risse, so müssen dieselben sofort wieder verschlossen werden. Der Proceß dauert, je nach der Größe der Meiler 1—4 Wochen. Ist derselbe beendigt, so werden die Kohlen noch

glühend aus einer Seitenöffnung portionenweise herausgenommen und durch Bedecken mit Rasen und Erde gelöscht.

Ein Bild eines Meilers mit stehenden und liegenden Scheitern giebt die Fig. 5.

Fig. 5.



Methoden der zweiten Art sind von Foucaud, Baillet, de la Chabeaussière, Schwartz, Reichenbach und Anderen vorgeschlagen und in's Leben gerufen worden.

Foucaud's Methode besteht im Wesentlichen darin, daß der Meiler mit einem aus Holz und Weidengeflechte bestehenden Schirmdache überdeckt wird, aus dessen oberem Theile ein Rohr die flüchtigen Produkte in Verdichtungsfässer abführt. —

De la Chabeaussière nimmt die Verkohlung in Gruben oder aus fettem Sande und Rasen errichteten Cylindern vor, welche mit geeigneten Zuglöchern und oben mit einem Abzugsrohre versehen sind, welches Theer und Holzessig in geeignete Verdichtungsgefäße leitet.

Schwartz's Verkohlungsofen besteht aus einem gemauerten Gewölbe mit zwei vertikalen Mauern. An den Seiten sind Feuerstellen, um das Holz anzubrennen und Luft einströmen zu lassen; an einer jedoch befinden sich vier Oeffnungen zum Füllen und Entleeren des Ofens. Auf den Rösten wird fortwährend mit feinspaltigem Holze oder mit Spänen gefeuert, damit die heiße Luft nur nach Abgabe ihres Sauerstoffs, oder eines Theiles desselben, in den Ofen eintreten kann. Die flüchtigen Destillationsprodukte werden durch gußeiserne Röhren, welche auf der nach den Seiten geneigten Sohle des Ofens liegen, fortgeführt und die verdichtbaren verdichtet.

Die Methoden der dritten Art. Nach der zweckmäßigsten derselben wird die Verkohlung in vollkommen verschlossenen, eisernen Cylindern ausgeführt, welche mit Holz gefüllt und von außen geheizt werden. Ein aus dem oberen Theile des Cylinders führendes Rohr leitet Theer, Holzessig und Gase in Verdichtungsapparate, und die Gase aus diesen wieder unter den Rost, woselbst sie verbrennend als Heizmaterial eine treffliche Wirkung thun. — Die gewöhnlichen Theeröfen, welche an Ort und Stelle, wo das Holz lagert,

erbaut werden, bestehen aus zwei in einander geschachtelten Cylindern. Der Zwischenraum zwischen den Wänden beider dient zur Heizung, während die Höhlung des Inneren zur Aufnahme des Holzes (Nadelholz ist das geeignetste) bestimmt ist. Ein aus dem unteren Theile des inneren Cylinders abwärts führendes Rohr leitet den Theer und Holzessig in die Verdichtungsfässer.

Wenn man die Zusammensetzung lufttrockenen Holzes in's Auge faßt, so findet man, daß darin etwa 38 Proc. Kohlenstoff enthalten sind. Von den übrigen 62 Procent kommt etwa ein Procent auf die Asche, 25 Procent auf Wasser, und die übrigen 36 auf Wasserstoff und Sauerstoff (welche bekanntlich fast genau in dem Verhältnisse vorhanden sind, in welchem sie Wasser bilden). — Bei flüchtiger Betrachtung könnte man glauben, bei der Verkohlung (in geschlossenen Gefäßen) müßte man den ganzen Gehalt an Kohlenstoff als Kohle gewinnen; bei genauerer aber findet man, daß dem nicht so ist, denn der Sauerstoff und Wasserstoff treten nicht nur zu Wasser zusammen, sondern sie verbinden sich auch mit dem Kohlenstoff und bilden damit Kohlenwasserstoffe (meistens Sumpfgas), Kohlenoxydgas und Kohlensäure; auch zerlegt sich das Wasser, mit glühenden Kohlepartieen in Berührung kommend, unter Bildung von Kohlenoxydgas und Sumpfgas. — Ferner enthalten die nie fehlenden verdichtbaren Produkte der trockenen Destillation (Holzessig und Theer) nicht unbeträchtliche Mengen von Kohlenstoff.

Wenn man alle diese Quellen des Kohlenstoffverlustes erwägt, so wird man jetzt die Thatsache nicht auffallend finden, daß bei der Verkohlung von obigen 38 Proc. Kohlenstoff höchstens 28, in der Regel aber nur 15—20 Proc. als Kohle erhalten werden.

Im günstigsten Falle vertheilt sich der vorhandene Kohlenstoff etwa in folgender Weise (Dumas):

Kohlen	28,5
Kohlenstoff in der Essigsäure	0,5
Kohlenstoff im Theer	5,7
Kohlenstoff in den Gasen	3,3
	38,0.

Das hier angegebene Verhältniß kann sich aber wesentlich ändern, sofern bei der Verkohlung nicht die allergünstigsten Umstände obwalten; so verliert man namentlich eine weit größere Menge von Kohlenstoff durch Vergasung, wenn man das Holz sehr rasch zum Glühen erhitzt, weil in dem Falle das noch nicht entwichene Wasser seinen Einfluß auf die schon glühenden Kohlepartieen in vollem Maße geltend machen kann.

Sehr belehrend sind in dieser Beziehung die Versuche von Karsten, welche die nachstehende Tabelle enthält:

Holzarten	Aus 100 Thln. lufttrockenen Holzes wurden erhalten	
	durch schnelle Verkohlung	durch langsame Verkohlung
Junges Eichenholz . .	16,54	25,60
Altes » . . .	15,91	25,71
Junges Rothbuchenholz .	14,87	25,87
Altes » .	14,15	26,15
Junges Weißbuchenholz .	13,12	25,22
Altes » .	13,65	26,45
Junges Erlenholz . . .	14,45	25,65
Altes » . . .	15,30	25,65
Junges Birkenholz . .	13,05	25,05
Altes » . . .	12,20	24,70
Pinus picea D. (jung) .	14,25	25,25
» » » (alt) .	14,05	25,00
Pinus abies D. (jung) .	16,22	27,72
» » » (alt) . .	15,35	24,75
Pinus sylvestris (jung) .	15,52	26,07
» » (alt) .	13,75	25,95
Lindenholz	13,30	24,60

Was nun die verschiedenen Methoden der Verkohlung betrifft, so verdient vor Allem erwähnt zu werden, daß jede ihre Vorzüge und ihre Mängel hat, und daß es meist von lokalen Verhältnissen (von der Leichtigkeit des Transportes, der Verwerthbarkeit des Theeres und Holzessigs ꝛc.) abhängig ist, welche wirklich vorgezogen zu werden verdient.

Die Verkohlung in Meilern empfiehlt sich vor Allem dadurch, daß sie kein Anlagekapital erfordert, auch kann sie stets an den Orten vorgenommen werden, woselbst das Holz geschlagen wurde. Dafür ist ihre Ausbeute meist einige Procent geringer, als bei Verkohlung in geschlossenen Räumen, weil es bedeutende Uebung und Kunstfertigkeit erfordert, den Verbrennungsproceß genau so zu regeln, daß gerade genug Holz verbrennt, um die zur Verkohlung des Uebrigen nöthige Hitze zu liefern, und daß diese Hitze sich gleichmäßig im ganzen Meiler vertheilt. — Große Meiler geben bei gleich guter Leitung stets höhere Ausbeute (bis zu 2 Proc. mehr), als kleinere, weil bei jenen in Folge des abnehmenden Verhältnisses der Oberfläche zur Masse eine geringere Abkühlung von außen stattfindet, daher weniger Hitze (d. i. weniger zum Verbrennen gebrachtes Holz) aufgewendet werden muß, um dieselbe zu ersetzen. — Man rechnet als

Ertrag guter Meilerverkohlung 17—20 Proc. Ausbeute. Die Oefen mit getrennter Feuerung, wobei das Holz in eisernen Cylindern eingeschlossen liegt, liefern, nach Dumas, etwa 28 Procent Kohlen; zur Verkohlung sind erforderlich 12,5 Procent Brennholz. Von 100 Thln. in und außer dem Cylinder verwendetem Holze erhält man demnach etwa 25 Proc. Kohlen. Andere Oefen mit getrennter Feuerung liefern nach Abzug des Brennholzes nur etwa 22—23 Proc. Kohlen. — Der Mehrgewinn an Kohlen sammt dem erhaltenen Theere und Holzessig ist daher nicht so bedeutend, daß er die Vortheile der Meilerverkohlung in der Regel aufzuwiegen vermöchte.

Um auch über die Raumverhältnisse zwischen verwendetem Holze und erhaltenen Kohlen eine gewisse Uebersicht zu verschaffen, füge ich noch folgende Angaben von Dumas bei:

	Erhaltene Kohlen aus 100 Thln. Holz, dem Maße nach:
Ein- und zweischichtige Meiler	25—30 Proc.
Drei- und mehrschichtige	30—34 »
Ofen von de la Chabeaussière	32 »
Destillation in eisernen Cylindern	48 »

Nach af Uhr können namentlich bei Nadelhölzern bis zu 50 Volumprocent ausgebracht werden.

3. Theer, Pech, Kienöl.

§. 424.

Die Gewinnung des Theers (das Theerschwehlen) wurde im vorigen Paragraphe besprochen. Hier haben wir seine Natur und die Produkte zu betrachten, welche man aus demselben darstellt.

Der aus Nadelhölzern gewonnene Theer enthält außer den §. 289. β. angeführten Bestandtheilen in der Regel noch eine bedeutende Menge von unzerstörtem Harze, Terpentinöl und Essigsäure. Das Brandöl und Terpentinöl, welche das saure Brandharz gelöst erhalten, bedingen seine halbflüssige Beschaffenheit und veranlassen ferner, daß der Theer leichter als Wasser ist und somit sich über der sauren wässerigen Flüssigkeit (dem rohen Holzessig) ansammelt.

Der am Anfang der Destillation übergehende Theer ist flüssig und gelb; er besteht großentheils aus wenig verändertem Harz und Terpentinöl, — der zuletzt kommende ist dick und schwarz. — Ersterer, mit Wasser destillirt, liefert als Destillat das sogenannte Kienöl, im Rückstande weißes Pech.

Destillirt man den Theer im Ganzen mit Wasser, so erhält man ein braunes stinkendes Oel (Pechöl), welches der Hauptsache nach aus Terpentinöl und Brandöl besteht und durch Rektifikation

farblos erhalten werden kann, im Rückstande bleibt, wenn die Destillation nicht bis zur Verjagung allen Oeles fortgesetzt wird, dicker Schiffstheer, im andern Falle schwarzes Pech (Schiffspech). Letzteres bereitet man jedoch in der Regel nicht in Destillirapparaten, sondern in offenen Kesseln, in denen man den Theer bis zu geeigneter Consistenz einkocht.

4. Kienrußbereitung.

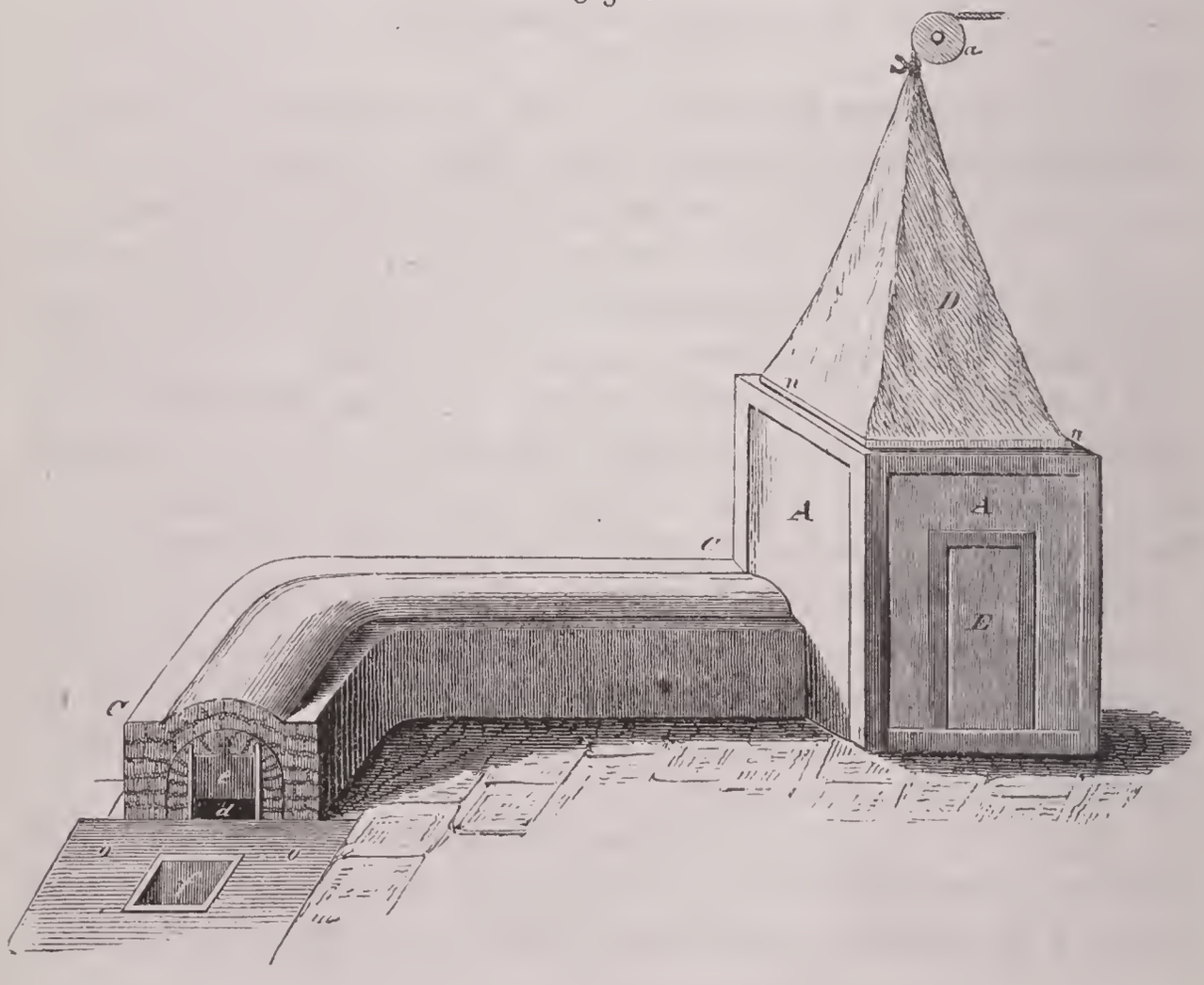
§. 425.

Verbrennt man eine aus Kohlenstoff und Wasserstoff ganz oder vorzugsweise bestehende Verbindung bei beschränktem Luftzutritte, so verbrennt nur oder fast nur der Wasserstoff, während sich der Kohlenstoff, fein zertheilt, als Ruß abscheidet. Auf dieser Grundlage beruht die Bereitung des Kienrußes, der — weil er als Farbe vielfache Anwendung findet — in großem Maßstabe dargestellt wird.

Uns interessirt hier vorzugsweise die Kienrußbereitung aus Forstprodukten. Man verwendet dazu alle harzigen Abfälle, mit Harz übertropfte Rinde, Kienholz, Rückstände von der Terpentinbereitung ꝛc.

Den Apparat, in welchem man die Kienrußbereitung vornimmt, stellt die Fig 6. dar.

Fig. 6.



Die Operation beginnt man damit, daß man bei *d* eine Portion des Brennmaterials einschiebt, entzündet und bei ungehindertem Luftzuge verbrennen läßt, damit sich der mindestens 14 Fuß lange gemauerte Kanal *C C* gehörig erwärmen kann. Ist dieses geschehen, so bringt man neues Material ein und mäßigt alsdann den Luftzug durch den Schieber *e* nach Bedürfniß. Von dem Augenblicke an verbrennt das Holz und das Harz nicht mehr vollständig. Ersteres liefert einen theerigen Ruß, welcher sich in dem Kanal absetzt, letzteres einen leichten flockigen, der sich zum Theil an den Wänden der Kammer *A*, zum größeren Theil aber an dem aus Wollenzeug bestehenden Dache *D* ansetzt, von welchem er von Zeit zu Zeit in die Kammer abgeschüttelt werden muß, damit der Luftzug, welcher nur durch die Poren des Zeuges stattfinden kann, nicht vollkommen gehemmt wird. — Nach völligem Erkalten der Kammer entleert man den gewonnenen Kienruß durch die Thüre *E*. — Der von dem Dache abgeschüttelte leichtere und bessere wird hierbei von dem an den Wänden abgesetzten geringeren getrennt. — Der Geruch des Kienrußes rührt her von den ihm stets anhaftenden flüchtigeren Produkten der trockenen Destillation des Holzes (Eupion, Kreosot ꝛc., s. §. 289.).

Fünfte Abtheilung.

Elemente der chemischen Analyse.

Einleitung.

§. 426.

Den Begriff der chemischen Analyse haben wir bereits am Anfange des Buches im §. 4 unter 2. und näher im §. 25 unter d festgestellt; ferner wurde im ganzen Werke häufig Veranlassung gegeben, diesen Begriff aus Beispielen klar und bestimmt aufzufassen.

Hier ist es unsere Aufgabe, diesen ungemein wichtigen Theil der praktischen Chemie in der Weise zu besprechen, daß dadurch ein klares Verständniß hervorgeht, wie die chemische Analyse, die qualitative wie die quantitative, ihr Ziel erreicht. In Betreff näherer Belehrung, namentlich über die specielle praktische Ausführung der chemischen Analysen, verweise ich auf meine »Anleitung zur qualitativen chemischen Analyse, 5. Aufl., Braunschweig bei Vieweg 1847« und meine »Anleitung zur quantitativen chemischen Analyse, 2. Aufl., ebendaselbst, 1847«.

Das ganze Gebiet bringen wir in folgende Abtheilungen und Unterabtheilungen.

I. Qualitative Analyse
   - A. der unorganischen Körper,
   - B. der organischen Körper.

II. Quantitative Analyse
   - A. der unorganischen Körper,
   - B. der organischen Körper.

Erster Abschnitt.

Die qualitative Analyse.

A. Qualitative Analyse der unorganischen Körper.

§. 427.

Die qualitative Analyse der unorganischen Körper hat, wie sich aus dem Früheren ergiebt, zum Zwecke, zusammengesetzte unorganische Körper in der Weise zu zerlegen, daß uns einzelne oder alle Bestandtheile derselben bekannt werden. Sie erfüllt ihre Aufgabe, indem sie die unbekannten Bestandtheile in bekannte Formen überführt, so daß wir aus diesen jene erschließen können.

Aus dieser Darlegung ergiebt sich, daß man, um mit der qualitativen Analyse bekannt zu werden, folgende Punkte zu berücksichtigen hat:

a) die Operationen, mittelst welcher die erforderlichen Umwandlungen bewirkt werden;

b) die Reagentien, welche dazu erforderlich sind;

c) die bekannten Formen, in welche die unbekannten Bestandtheile übergeführt werden (Reaktionen der Körper);

d) die Art, wie mit den genannten Hülfsmitteln der Zweck kurz und sicher erreicht wird (Gang der Analyse).

Da wir die Operationen, welche bei qualitativen Analysen vorkommen (mit Ausnahme einer einzigen — der Anwendung des Löthrohrs *) —), bereits kennen gelernt haben, auch mit sämmtlichen Reagentien bekannt geworden sind, welche bei qualitativen Analysen in Gebrauch kommen, so können wir sogleich zum dritten und vierten Punkte übergehen.

---

*) Das Löthrohr und seine Anwendung.

Das Löthrohr ist ein kleines, gewöhnlich aus Messing gefertigtes Instrument. Man unterscheidet daran drei Theile: erstens eine Röhre, durch welche man mit dem Munde Luft einbläst; zweitens ein kleines Gefäß, in welches diese Röhre luftdicht eingedreht ist (es dient zum Ansammeln der mitgerissenen Feuchtigkeit), und drittens eine ebenfalls in dieses Gefäß eingepaßte kleinere Röhre, welche mit der

I. Die Reaktionen der Körper.

§. 428.

Obgleich wir das Verhalten der Körper zu Reagentien und die Formen und Verbindungen, in welche die Körper zum Behufe ihrer Erkennung bei der qualitativen Analyse übergeführt werden, früher bereits mehr oder minder kennen gelernt haben, so erfordert doch die Wichtigkeit des Gegenstandes, daß wir uns die bemerkenswerthesten Reaktionen hier nochmals, in einer unserem jetzigen Zwecke besonders angepaßten Darstellungsweise, vor Augen führen.

Wir betrachten zuerst die Basen, sodann die Säuren in Bezug auf ihr Verhalten zu Reagentien, und bringen jene wie diese, zur Erleichterung des Verständnisses und zur Vorbereitung auf den Gang der Analyse, in gewisse Gruppen, ehe wir sie einzeln in's Auge fassen. — Ich wähle dabei, in Erwägung, daß es hier nur meine Aufgabe ist, die chemische Analyse verstehen und würdigen, nicht aber sie praktisch ausüben zu lehren, der Kürze und Uebersichtlichkeit wegen, Tabellenform, und führe nur das Verhalten der Körper zu denjenigen Reagentien an, welche beim Gange der Analyse erforderlich und auch in jeder Beziehung ausreichend sind.

---

größeren einen rechten Winkel bildet und am vorderen Ende eine sehr feine Oeffnung hat. —

Das Löthrohr dient dazu, einen fortdauernden feinen Luftstrom in eine Kerzen- oder Lampenflamme zu führen, wodurch man eine nach der Seite weggetriebene sehr heiße Flamme bekommt, an welcher sich die leuchtende innere Zone von der nicht leuchtenden äußeren (S. 415) deutlich unterscheiden läßt. Jene heißt Reductionsflamme, weil sie in Folge ihres Gehaltes an suspendirter Kohle und unverbranntem Kohlenwasserstoff darin erhitzten Oxyden ihren Sauerstoff entzieht, — diese Oxydationsflamme, weil sie hineingebrachte oxydirbare Körper zur Oxydation nöthigt, indem sie dieselben auf sehr hohe Temperatur bringt, ohne den Sauerstoff der Luft abzuschließen.

Körper, welche man der Löthrohrflamme aussetzen will, werden entweder rein oder unter Zusatz von verschiedenen Flußmitteln, je nach Umständen in ein Kohlengrübchen oder auf ein Platinblech gelegt, oder an dem Oehr eines Platindrahts befestigt.

1. Reaktionen der Metalloxyde.

§. 429.

a. Eintheilung der Metalloxyde in Gruppen und Charakterisirung der Gruppen.

	Gruppe I. Kalk, Natron, Ammon.	Gruppe II. Baryt, Strontian, Kalk, Magnesia.	Gruppe III. Thonerde, Chromoxyd.	Gruppe IV. Zinkoxyd, Manganoxydul, Nickeloxydul, Kobaltoxydul, Eisenoxydul, Eisenoxyd.	Gruppe V. Silberoxyd, Quecksilberoxydul, Bleioxyd, Quecksilberoxyd, Kupferoxyd, Wismuthoxyd.	Gruppe VI. Antimonoxyd, Zinnoxydul, Zinnoxyd. Arsenige Säure *), Arsensäure.
Die Basen sind in Wasser	leicht löslich	schwer löslich	nicht löslich	nicht löslich	nicht löslich	nicht löslich
Die kohlensauren Salze sind in Wasser	leicht löslich	nicht löslich	nicht löslich	nicht löslich	nicht löslich	nicht löslich
Schwefelwasserstoff, zu einer sauren Lösung gebracht,	fällt nicht	fällt nicht	fällt nicht	fällt nicht	fällt	fällt
Der durch Schwefelwasserstoff entstandene Niederschlag mit Schwefelammonium behandelt					löst sich nicht	löst sich
Schwefelammonium, im Ueberschuß zur neutralen oder alkalischen Lösung gebracht,	fällt nicht	fällt nicht	fällt als Oxydhydrate	fällt als Schwefelmetalle	fällt als Schwefelmetalle	fällt nicht bleibend.

*) Die Säuren des Arsens sind ihres Verhaltens zu Schwefelwasserstoff halber hier aufgeführt.

b. Reaktionen der in die einzelnen Gruppen gehörigen Basen*).

Erste Gruppe.

	Kali.	Natron.	Ammon.
Die Basis und deren Salze sind in mäßiger Glühhitze	nicht flüchtig	nicht flüchtig	flüchtig
Platinchlorid, zur nicht zu verdünnten, neutralen oder sauren Lösung gesetzt, bringt hervor	einen gelben krystallinischen Niederschlag ($KCl, PtCl_2$)	keinen Niederschlag	einen gelben krystallinischen Niederschlag ($NH_4.Cl, PtCl_2$)
Weinsteinsäure, zur nicht zu verdünnten, alkalischen odern eutralen Lösung bis zur stark sauren Reaktion hinzugefügt, bringt hervor	einen weißen, körnig krystallinischen, schweren Niederschlag ($KO,\overline{T}+HO,\overline{T}$)	keinen Niederschlag	einen weißen, körnig krystallinischen, schweren Niederschlag ($NH_4O,\overline{T}+HO,\overline{T}$)
Die Salze, in einem Schälchen mit wässerigem Weingeist erhitzt, oder auf einem Platindraht in die innere Löthrohrflamme gebracht, färben die Weingeist- oder Löthrohrflamme	violett	gelb (auch bei Anwesenheit von Kalisalzen)	
Die Salze mit Kalkhydrat und Wasser angerührt und, nöthigenfalls, gelinde erwärmt,	entwickeln nichts	entwickeln nichts	entwickeln Ammon, kenntlich an Reaktion, Geruch und Nebelbildung beim Zusammentreffen mit dem Dampfe flüchtiger Säuren.

*) Hier sind nur diejenigen Basen berücksichtigt, welche bei chemischen Untersuchungen von land- oder forstwirthschaftlichem Interesse vorzukommen pflegen.

Zweite Gruppe.

	Kalk.	Magnesia.
Kohlensaures Ammon bringt auch bei Gegenwart von Salmiak oder salpetersaurem Ammon hervor	einen weißen Niederschlag (CaO, CO_2)	keinen Niederschlag
Kleesaures Ammon erzeugt in neutralen oder alkalischen Lösungen, auch bei Gegenwart von Salmiak oder salpetersaurem Ammon,	einen weißen Niederschlag (CaO, C_2O_3)	keinen Niederschlag
Phosphorsaures Natron und Ammon erzeugen auch bei Gegenwart von Salmiak oder salpetersaurem Ammon	einen weißen Niederschlag	einen körnig krystallinischen schweren, weißen Niederschlag ($PO_5, 2MgO, NH_4O$).

Zusatz: Obgleich die Lösungen der Chlormetalle, der salpetersauren, schwefelsauren ꝛc. Salze durch Ammon oder Schwefelammonium nicht oder wenigstens nicht bei Gegenwart von Salmiak, salpetersaurem Ammon ꝛc. gefällt werden, so ist dies doch bei den sauren Lösungen der phosphorsauren Salze (auch einiger anderer, z. B. der des oxalsauren und kieselsauren Kalkes) der Fall. Bei Sättigung der Säure scheiden sich nämlich die genannten Salze unverändert ab.

Dritte Gruppe.

In dieser haben wir hier nur die Thonerde zu betrachten und von derselben zu merken:

a) daß Ammon in ihren Lösungen einen weißen Niederschlag von Thonerdehydrat hervorbringt, der im Ueberschuß des Fällungsmittels wenig und bei Gegenwart von Salmiak oder salpetersaurem Ammon ꝛc. nicht löslich ist;

b) daß Kali in ihren Lösungen ebenfalls einen weißen Niederschlag von Thonerdehydrat hervorbringt, welcher sich im Ueberschusse des Kali's mit Leichtigkeit löst;

c) daß Thonerde oder eine Thonerdeverbindung, wenn sie auf Kohle vor dem Löthrohre geglüht, alsdann mit etwas salpetersaurer Kobaltoxydullösung befeuchtet wird, eine ungeschmolzene, tief himmelblaue Masse liefert.

Vierte Gruppe.

In dieser haben wir hier zu betrachten: Zinkoxyd, Manganoxydul, Eisenoxydul, Eisenoxyd. Da man aber zum Behuf der Analyse Eisenoxydulsalze stets in Eisenoxydsalze durch Kochen mit Salpetersäure, Zusatz von Chlor ꝛc. überführt, so lassen wir das Eisenoxydul aus der Tabelle weg.

	Zinkoxyd.	Manganoxydul.	Eisenoxyd.
Schwefelammonium fällt, in Salzsäure und Salpetersäure lösliche, Schwefelmetalle, welche gefärbt sind,	weiß (ZnS, HO)	hell fleischroth (MnS)	schwarz (FeS, gemengt mit S)
Ammon, bei Gegenwart von Salmiak,	fällt nicht	fällt nicht (bei Luftzutritt schlägt sich allmälig braunes Manganoxydhydrat nieder)	fällt braunrothes Eisenoxydhydrat ($Fe_2O_3, 3HO$)
Kali, im Ueberschuß zugesetzt,	fällt nicht bleibend	fällt weißliches Manganoxydulhydrat, welches an der Luft bald braun wird	fällt braunrothes Eisenoxydhydrat
Die Salzlösungen, mit überschüssigem kohlensaurem Kalk digerirt, werden	nicht gefällt	nicht gefällt	gefällt ($Fe_2O_3, 3HO$ scheidet sich ab).

Besondere Reaktionen:

Manganverbindungen mit Soda auf Platinblech der äußeren Löthrohrflamme ausgesetzt, liefern eine blaugrüne Masse (§. 142).

Eisenoxydlösungen (neutrale oder saure) liefern mit Ferrocyankalium einen dunkelblauen Niederschlag von Berlinerblau; von Ferridcyankalium werden sie nicht gefällt.

Eisenoxydullösungen liefern mit Ferrocyankalium einen hellblauen Niederschlag; von Ferridcyankalium werden sie mit dunkelblauer Farbe gefällt.

Fünfte Gruppe.

In dieser sollen hier nur betrachtet werden: Bleioxyd und Kupferoxyd.

	Bleioxyd.	Kupferoxyd.
Schwefelwasserstoff fällt aus neutralen, alkalischen oder sauren Lösungen die Schwefelmetalle, welche in kochender Salpetersäure löslich sind und gefärbt erscheinen,	schwarz	schwarz
Schwefelsäure, bis zur sauren Reaktion zugefügt, fällt	weiß (PbO,SO_3)	nicht
Ammon, im Ueberschuß zugefügt, liefert	weißen Niederschlag (basisches Salz)	lasurblaue Lösung (§. 149.)
Ferrocyankalium, zur neutralen oder sauren Lösung gebracht, bringt hervor	weißen Niederschlag ($Cfy, 2PbO$)	braunrothen Niederschlag ($Cfy, 2CuO$)

Sechste Gruppe.

In dieser betrachten wir hier: Zinnoxydul, Zinnoxyd und arsenige Säure.

	Zinnoxydul.	Zinnoxyd.	Arsenige Säure.
Schwefelwasserstoff erzeugt in saurer Lösung einen Niederschlag von	braunem Zinnsulphür (SnS)	gelbem Zinnsulphid (SnS_2)	gelbem arsenigem Sulphid (AsS_3)
Beim Schmelzen mit Salpeter und Soda, und Behandeln der Masse mit kaltem Wasser liefern die Schwefelmetalle	unlösliches Zinnoxyd	unlösliches Zinnoxyd	lösliches arsensaures Alkali.

Besondere Reaktionen.

a) Metallisches Zinn liefert, mit concentrirter Salzsäure gekocht, eine Lösung von Zinnchlorür, welche, in überschüssige Quecksilberchloridlösung getröpfelt, darin einen weißen Niederschlag von Quecksilberchlorür hervorbringt.

b) Zinnoxyd mit Soda (besser mit Cyankalium und Soda) auf Kohle der inneren Löthrohrflamme ausgesetzt, liefert Körnchen von metallischem Zinn.

c) Arsenige Säure, nach der S. 184 angegebenen Weise in Dampfform über glühende Kohle geleitet, liefert einen Anflug von metallischem Arsen.

d) Eine saure Lösung von arseniger (oder Arsen-) Säure mit Zink und verdünnter Schwefelsäure zusammengebracht, liefert Arsenwasserstoff (S. 185).

e) Arsenige Säure oder ein Salz derselben mit Soda gemischt und auf Kohle der inneren Löthrohrflamme ausgesetzt, liefert den charakteristischen, knoblauchartigen Geruch des Arsensuboxyds.

f) Arsensaures Alkali, in ganz neutraler Lösung mit salpetersaurem Silberoxyd versetzt, liefert einen braunrothen (in Ammon, wie auch in Salpetersäure leicht löslichen) Niederschlag von rothbraunem arsensaurem Silberoxyd.

2. Reaktionen der Säuren.

§. 430.

a. Eintheilung der Säuren in Gruppen und Charakterisirung der Gruppen.

Erste Gruppe: Säuren, welche durch Chlorbaryum aus neutralen Lösungen gefällt werden: Arsenige Säure, Arsensäure, Chromsäure, Schwefelsäure, Phosphorsäure, Borsäure, Oxalsäure, Fluorwasserstoffsäure, Kohlensäure, Kieselsäure.

Zweite Gruppe: Säuren, welche nicht von Chlorbaryum, wohl aber von salpetersaurem Silberoxyd gefällt werden: Chlor-, Brom-, Jod-, Cyan-Wasserstoffsäure, Wasserstoffsulphosäure (Schwefelwasserstoff).

Dritte Gruppe: Säuren, welche weder von Chlorbaryum, noch von salpetersaurem Silberoxyd gefällt werden: Salpetersäure, Chlorsäure.

b. Reaktionen der in die einzelnen Gruppen gehörigen Säuren.

Erste Gruppe.

Schwefelsäure. Der durch Chlorbaryum entstehende weiße Niederschlag ist in Salzsäure und Salpetersäure unlöslich (während die Barytverbindungen der sämmtlichen anderen Säuren dieser Gruppe in diesen Säuren löslich sind).

Phosphorsäure. In wässeriger Lösung oder in ihren in Wasser löslichen Verbindungen wird dieselbe stets an dem weißen, krystallinischen Niederschlage (PO_5, 2 MgO, NH_4O) erkannt, welchen eine Mischung von schwefelsaurer Magnesia, Salmiak und überschüssigem Ammon hervorbringt; — in ihren Verbindungen mit alkalischen Erden erkennt man sie, indem man diese in möglichst wenig Salpetersäure oder Salzsäure löst, dann essigsaures Kali und endlich einen Tropfen Eisenchlorid zufügt, wodurch ein gelblich weißer, flockiger Niederschlag von phosphorsaurem Eisenoxyd entsteht.

Oxalsäure. In wässeriger Lösung oder in ihren in Wasser löslichen Verbindungen erkennt man dieselbe an dem weißen Niederschlage, welchen Gyps-

lösung hervorbringt (CaO, C_2O_3), und der von Essigsäure nicht gelöst wird. — Ihre unlöslichen Verbindungen werden beim Kochen mit kohlensaurem Kali alle in der Weise zerlegt, daß lösliches oxalsaures Kali entsteht.

Fluorwasserstoffsäure. Unter dieser Rubrik haben wir von unserem Gesichtspunkte aus nur zu betrachten, wie man in einer Fluorverbindung, z. B. dem Flußspath, das Fluor nachweist. Dies geschieht a) wenn keine Kieselsäure zugegen ist, in der Weise, daß man die Verbindung mit englischer Schwefelsäure in einem Blei- oder Platingefäße erwärmt und eine mit Wachs überzogene Glasplatte, mit einzelnen bloßgelegten Stellen, darüber deckt. Zeigen sich diese Stellen nach längerem Stehen geätzt, so giebt dies über die Gegenwart einer Fluorverbindung Gewißheit. b) Wenn Kieselsäure zugegen ist, erwärmt man die Verbindung in einem Kölbchen mit englischer Schwefelsäure und läßt die Dämpfe durch eine innen befeuchtete Glasröhre austreten. Wird dieselbe trübe (durch aus dem entwickelten Fluorkiesel bei Berührung mit Wasser ausgeschiedenes Kieselsäurehydrat) so ist Fluor vorhanden.

Kohlensäure. Freie Kohlensäure, in Kalkwasser geleitet, liefert einen weißen, in Salzsäure unter Aufbrausen löslichen Niederschlag. — Kohlensaure Salze werden an dem Aufbrausen erkannt, welches sie beim Uebergießen mit Salzsäure ꝛc. zeigen. — In Zweifelsfällen kann man das Gas in Kalkwasser leiten.

Kieselsäure. Reine Kieselsäure (oder Kieselsäure in unlöslichen Salzen) wird erkannt, wenn man sie, fein gepulvert, mit 4 Thln. kohlensauren Natrons schmilzt, die Masse mit Wasser auskocht, die nöthigenfalls filtrirte Lösung mit Salzsäure sauer macht und dann zur Trockne verdampft. Bleibt beim Behandeln des Rückstandes mit Wasser ein weißes, zwischen den Zähnen knirschendes Pulver zurück, so zeigt dies Kieselsäure an. — Bei gelöster Kieselsäure verdampft man geradezu mit Salzsäure und verfährt wie angegeben.

Zweite Gruppe.

Chlorwasserstoffsäure oder Chlormetalle erkennt man, wenn man zu ihrer Lösung salpetersaures Silberoxyd setzt. Ein weißer, käsiger, in Salpetersäure nicht, in Ammon leicht löslicher Niederschlag ($Ag\,Cl$) läßt sie erkennen. (Es ist diese Reaktion allein jedoch nur dann zur Erkennung genügend, wenn man von der Abwesenheit der Brom- und Cyanwasserstoffsäure überzeugt sein kann.)

Wasserstoffschwefelsäure wird ohne Mühe an ihrem Geruche und ihrer Eigenschaft, Bleisalze zu schwärzen, erkannt. — Viele Schwefelmetalle kann man daran erkennen, daß sie beim Uebergießen mit Salzsäure Schwefelwasserstoff entwickeln; die übrigen daran, daß sie, der äußeren Löthrohrflamme ausgesetzt, Geruch nach schwefliger Säure und eine blaue Flamme geben.

Dritte Gruppe.

Salpetersäure. Die Salpetersäure liefert im freien Zustande, mit Kupferspänen gekocht, Stickoxydgas, welches bei Luftzutritt in rothe salpetrige Säure übergeht. Salpetersaure Salze, auf Kohle der Löthrohrflamme ausgesetzt, veranlassen ein heftiges, mit Geräusch begleitetes Verbrennen der Kohle. — Versetzt man die Lösung eines salpetersauren Salzes mit $\frac{1}{3}$ Vol. Schwefelsäurehydrat und wirft nach dem Erkalten einen Krystall von schwefelsaurem Eisenoxydul hinein, so umgiebt sich dieser mit einer braunschwarzen Zone. (Die Erschei-

nung rührt her von Stickoxydgas, welches sich mit der genannten Farbe in Eisenoxydulsalzsolutionen löst.)

II. Systematischer Gang der Analyse.

§. 431.

Wenn man das Verhalten der Körper zu Reagentien kennt, so ist man ohne Weiteres im Stande, in einer Substanz, in welcher nur eine Basis und eine Säure zugegen ist, jene wie diese zu erkennen. Man braucht ja nur die verschiedenen Reagentien, welche wir kennen gelernt haben, nach einander anzuwenden, um — wenn man an das richtige kommt — aus dem Auftreten der uns bekannt gewordenen Reaktionen erst die Basis und dann die Säure zu erkennen. — Man sieht aber auch ohne Mühe und auf den ersten Blick ein, daß ein derartiges Verfahren, welches man früher wohl anzuwenden pflegte, ohne große Zeitverschwendung nicht ausgeführt werden kann, denn es ist ja denkbar, daß man erst alle anderen Reagentien vergeblich angewendet hat, ehe man zuletzt an das richtige kommt. Um diesem Uebelstande vorzubeugen, wendet man zweckmäßiger ein Verfahren an, bei dem man erst die Gruppe feststellt, in welche Basis und Säure gehört, ehe man zur speciellen Prüfung übergeht. —

Wenn nun dieser Weg schon bei Untersuchung einer Substanz, welche nur *eine* Basis und *eine* Säure enthält, zweckmäßig und zeitersparend ist, so kann er gar nicht umgangen werden, wenn die zu untersuchende Substanz möglicherweise drei, vier oder gar alle Basen und Säuren enthält. Denn in dem Falle ist es meist nicht mehr möglich, aus den sonst ganz charakteristischen Angaben der Reagentien sichere Schlüsse zu ziehen; — wie wollte man auch bei Zusatz von Ferrocyankalium zu einer etwas Kupferoxydsalz enthaltenden Eisenoxydlösung in dem tief dunkelblauen Niederschlage von Berlinerblau den rothbraunen des Ferrocyankupfers entdecken.

Im Folgenden soll nunmehr gezeigt werden, wie man durch Anwendung eines systematischen Verfahrens beim Zusatze der Reagentien jede einzelne Basis und Säure auch dann noch finden kann, wenn alle mit einander in einer Lösung oder einem Gemenge enthalten sind. Man wird beim Durchgehen dieses Verfahrens finden, daß es stets, wie über die Gegenwart, so auch über die Abwesenheit einer jeden Base oder Säure vollkommene Gewißheit giebt. — Wir nehmen hier wiederum nur auf die uns zunächst interessirenden Basen und Säuren Rücksicht.

Das ganze Verfahren zerfällt in folgende Abtheilungen:

1. Vorläufige Prüfung.

Sie besteht darin, daß man die allgemeinsten Eigenschaften der zu untersuchenden Substanz, namentlich Reaktion auf Lackmus- und Curcumapapier, Verhalten beim Glühen in einem eisernen Löffelchen oder einer Glasröhre, Verhalten in der Löthrohrflamme ꝛc. erforscht, weil sich daraus mancher nützliche Wink für die weitere Untersuchung ergiebt. — Fände man z. B., daß ein Körper beim Erhitzen sich vollständig verflüchtigt, so wäre es unnöthig, auf Kali, Natron, Kalk, überhaupt auf feuerbeständige Basen zu untersuchen; — fände man, daß ein Körper, auf Kohle der Löthrohrflamme ausgesetzt, sich ganz in die Kohle hineinzieht, so wüßte man, daß nur leicht schmelzbare Körper zugegen sein können, weil nur solchen diese Eigenschaft zukommt ꝛc.

2. Auflösung.

Ehe man zur weiteren Untersuchung übergeht, muß man den Körper zuerst in Auflösung zu bringen suchen. Man wendet als Auflösungsmittel stets zuerst Wasser an. — Löst sich ein Körper darin nicht oder nicht vollständig, so kocht man ihn oder den vom Wasser gelassenen Rückstand mit Salzsäure oder Salpetersäure. Auf diese Art kann man also möglichenfalls bekommen:

1) eine wässerige Lösung,
2) eine salzsaure oder salpetersaure Lösung,
3) einen in Salzsäure oder Salpetersäure unlöslichen Rückstand.

3. Eigentliche Untersuchung.

a. Ermittelung der Basen.

I. Denken wir uns nun einmal als ersten Fall, wir hätten eine wässerige Lösung, in welcher sämmtliche Basen, z. B. als salpetersaure Salze, enthalten wären.

Wir setzen zu derselben ein wenig Salzsäure, oder weil dadurch bei Anwesenheit von viel Bleioxyd ein Niederschlag von Chlorblei entstehen könnte, Salpetersäure, und fügen alsdann

Schwefelwasserstoff

im Ueberschuß hinzu. — Dadurch erhalten wir einen Niederschlag, welcher abfiltrirt wird. Dieser Niederschlag aber besteht aus den Schwefelmetallen

der Gruppe V.	und der Gruppe VI.
Schwefelblei,	Zinnsulphür,
Schwefelkupfer.	Zinnsulphid,
	Arsenigem Sulphid.

Behandeln wir diesen Niederschlag mit Schwefelammonium, so lösen sich die Schwefelmetalle der Gruppe VI, ungelöst bleiben die der Gruppe V. Durch Abfiltriren werden jene von diesen getrennt.

Die Schwefelmetalle der Gruppe V., welche wir nunmehr isolirt haben, löst man in kochender Salpetersäure und prüft die Lösung nach dem Verdünnen:

a) mit Schwefelsäure auf Blei;
b) mit Ammon auf Kupfer.

N. B. Ist nur sehr wenig Kupfer vorhanden, so entdeckt man dies sicherer, wenn man die vom schwefelsauren Bleioxyd abfiltrirte Flüssigkeit mit Ferrocyankalium prüft.

Die Schwefelmetalle der Gruppe VI. schlägt man aus ihrer Lösung in Schwefelammonium durch Zusatz einer Säure wieder nieder, schmilzt sie mit Salpeter und Soda, behandelt den Rückstand mit kaltem Wasser und prüft:

a) den Rückstand vor dem Löthrohre auf Zinn;
b) die Lösung mit salpetersaurem Silberoxyd, oder nach dem Marsh'schen Verfahren, auf Arsen.

Zu der vom Schwefelwasserstoffniederschlage abfiltrirten Flüssigkeit setzen wir Ammon, bis sie neutral ist, dann

Schwefelammonium.

Hierdurch

werden gefällt:	gelöst bleibt:
Gruppe IV. Schwefelzink, Schwefelmangan, Schwefeleisen.	Gruppe II. Kalk, Magnesia.
Gruppe III. Thonerdehydrat.	Gruppe I. Kali, Natron, Ammon.

Den durch Schwefelammonium erzeugten Niederschlag löst man in Salzsäure, kocht die Lösung mit Salpetersäure (zur Oxydation des Eisenoxyduls) fügt Kali im Ueberschuß zu und kocht: dadurch

a	b
kommen in Lösung	werden als Niederschlag erhalten
Zinkoxyd	Eisenoxydhydrat
Thonerde	Manganoxydulhydrat

Setzt man zu der kalischen Lösung a

α) Schwefelammonium, so schlägt sich nieder Zink als Schwefelzink,
β) Salzsäure bis sauer, dann Ammon im Ueberschuß, so wird niedergeschlagen: die Thonerde

Schmilzt man eine Probe des Niederschlags b

α) mit Soda in der äußeren Löthrohrflamme, so giebt sich zu erkennen: Mangan.
β) Eisen entdeckt man, indem man den Rest des Niederschlags in Salzsäure löst und Ferrocyankalium zusetzt.

Fügt man nun zu der vom Schwefelammonium-Niederschlage abfiltrirten Flüssigkeit

kleesaures Ammon und Salmiak,

so wird gefällt:	so bleibt gelöst:	
Kalk.	Magnesia,	
	Kali,	Gruppe I.
	Natron,	
	Ammon,	

Prüft man eine Probe der Lösung mit phosphorsaurem Natron und Ammon, so erkennt man die Magnesia.

Dampft man den Rest der Lösung ein und glüht den Rückstand, so entweichen alle Ammonsalze (vorhanden gewesene und zugesetzte) und man kann jetzt durch Zusatz von Barytwasser zur wässerigen Lösung des Rückstandes die Magnesia (welche die Auffindung der Alkalien hindern würde) entfernen.

Fällt man nunmehr den überschüssig zugesetzten Baryt durch kohlensaures Ammon, entfernt den Ueberschuß des letzteren durch Abdampfen und Glühen, so hat man das Kali- und Natronsalz rein, und kann somit

a) durch Weinsteinsäure das Kali,

b) durch die gelbe Färbung der Weingeist- oder Löthrohrflamme (die auch bei Gegenwart von Kali sichtbar ist) das Natron

entdecken.

Auf Ammon muß man eine neue Probe der ursprünglichen Lösung mit Kalkhydrat ꝛc. prüfen.

II. Denken wir uns nun als zweiten Fall, wir hätten die salzsaure Lösung eines in Wasser unlöslichen Körpers, so wird im Allgemeinen der in I. eingeschlagene Gang auch hier brauchbar sein; nur bei Untersuchung des durch Schwefelammonium entstandenen Niederschlages muß eine Abänderung eintreten, weil derselbe außer Schwefelzink, Schwefelmangan, Schwefeleisen und Thonerdehydrat auch phosphorsauren Kalk und phosphorsaure Ammon-Magnesia, ferner oxalsauren Kalk (und kieselsauren, sofern die Kieselsäure nicht zuvor durch Abdampfen abgeschieden wurde) enthalten kann.

Denken wir uns, wir hätten diese sämmtlichen Körper (mit Ausnahme des kieselsauren Kalkes) im Niederschlage, so lösen wir denselben in Salpetersäure und fällen die Lösung mit basisch-essigsaurem Bleioxyd unter Zusatz von essigsaurem Ammon.

In dem Falle bekommen wir:

einen Niederschlag	eine Lösung, welche enthält:
von phosphorsaurem Eisenoxyd,	Eisenoxyd (wenn im Verhältniß zur Phosphorsäure ein Ueberschuß vorhanden),
phosphorsaurem Bleioxyd,	Manganoxydul,
oxalsaurem Bleioxyd,	Zinkoxyd,
	Thonerde,
	Kalk,
	Magnesia,
	Bleioxyd (überschüssig zugesetztes).

Den Niederschlag digerirt man mit Schwefelammonium und erhält hierdurch die Basen als Schwefelmetalle, die Säuren an Ammon gebunden, in welcher Form sie durch Gypslösung und Essigsäure (Oxalsäure) und Magnesiasalzlösung unter Zusatz von Salmiak und Ammon (Phosphorsäure) leicht zu entdecken sind. — Die Schwefelmetalle geben an Salzsäure, unter Zurücklassung des Schwefelbleis, das Eisen ab; in der Lösung kann es durch Zusatz von Ferridcyankalium geradezu erkannt werden.

Die von den Bleisalzen ꝛc. abfiltrirte Lösung befreit man durch Schwefelwasserstoff vom Bleiüberschuß und weist im Filtrate die Basen nach, wie im Falle I. gelehrt worden.

III. Denken wir uns nun als dritten Fall einen in Wasser, in Salz- und Salpetersäure unlöslichen Körper. Ein solcher wird bei land- und forstwirthschaftlichen Untersuchungen in der Regel sein: Kieselsäure, ein kieselsaures Salz oder Doppelsalz. Auch auf Gyps hat man hier Rücksicht zu nehmen, weil derselbe seiner Schwerlöslichkeit halber leicht noch beigemengt sein kann.

Man schmilzt die Substanz mit kohlensaurem Natron, kocht die Masse mit Wasser aus und hat nunmehr

a	b
eine Lösung, welche enthält:	einen Rückstand, welcher enthält:
Kieselsaures Alkali	Die Basen im reinen oder
Schwefelsaures Alkali	kohlensauren Zustande.

Die Lösung a verdampft man, nach dem Ansäuern mit Salzsäure, zur Trockne, behandelt mit Wasser und erkennt an einem unlöslichen Rückstande die Kieselsäure, das Filtrat prüft man mit Chlorbaryum auf Schwefelsäure.

Den Rückstand b löst man in Salzsäure und verfährt, wie im Gange I. gezeigt worden.

b) Ermittelung der Säuren.

Bei den Säuren kann man nicht durch einzelne Reagentien die eine Gruppe von der anderen vollständig trennen, oder es ist dies wenigstens nicht zweckmäßig; sondern man bedient sich bei wässerigen Lösungen der zur Charakterisirung der Gruppen gebrauchten Reagentien — des Chlorbaryums und salpetersauren Silberoxyds — nur in der Weise, daß man mit Hülfe derselben entscheidet, ob auch wirklich Säuren der ersten und zweiten Gruppe vorhanden sind. Findet sich dies, so muß man auf jede Säure besonders prüfen.

Um in unlöslichen Verbindungen die Säuren und die sie vertretenden Körper zu ermitteln, bedarf es ebenfalls einzelner Prüfungen, wie wir sie oben §. 430 und bei Ermittelung der Basen im Gange II. und III., soweit es hier nöthig, bereits kennen gelernt haben.

III. Beispiele.

§. 432.

Um nun zu zeigen, wie sich das im Bisherigen Gesagte in der Praxis anwenden läßt, wollen wir ein paar Beispiele zu Hülfe nehmen.

1. Qualitative Analyse eines gewöhnlichen Brunnenwassers.

Da man die Bestandtheile alle kennt, welche in Brunnenwassern vorkommen, so gestaltet sich bei solchen, wie überhaupt bei allen Körpern, von deren Natur man bereits eine gewisse Kenntniß hat, der Gang der Analyse ungleich einfacher.

Das genauste und bequemste Verfahren möchte folgendes sein:

Man kocht das Wasser auf ein Viertheil ein. In der Regel entsteht dabei ein Niederschlag. Man filtrirt denselben ab, wäscht ihn, nachdem man das Filtrat weggenommen und bei Seite gestellt hat, mit Wasser aus und prüft alsdann Niederschlag und Filtrat also:

I. Den Niederschlag, welcher die nur durch Vermittelung von Kohlensäure gelöst gewesenen Bestandtheile, kohlensauren Kalk, phosphorsauren Kalk, Eisenoxydhydrat (als kohlensaures Oxydul gelöst gewesen) und kohlensaure Magnesia, möglichenfalls auch Gyps, enthält, löst man in möglichst wenig Salzsäure (Aufbrausen: Kohlensäure) und versetzt Proben der Lösung:
   a) mit Ferrocyankalium, — blauer Niederschlag: Eisen;
   b) mit Ammon, filtrirt, wenn nöthig, und prüft das Filtrat
      α) mit kleesaurem Ammon auf Kalk (kohlensauren);
      β) die vom kleesauren Kalk abfiltrirte Flüssigkeit mit phosphorsaurem Natron auf Magnesia (kohlensaure),
   c) mit Chlorbaryum, weißer Niederschlag, Schwefelsäure;
   d) mit essigsaurem Kali und einer Spur Eisenchlorid auf Phosphorsäure (die Probe muß längere Zeit stehen bleiben).

II. Das Filtrat theilt man in zwei kleine und zwei größere Portionen;
   a) eine kleine Probe prüft man mit Chlorbaryum unter Zusatz von Salzsäure auf Schwefelsäure;
   b) eine zweite mit salpetersaurem Silberoxyd, nach Salpetersäurezusatz, auf Chlor-metalle;
   c) eine dritte größere verdampft man fast zur Trockne und prüft den Rückstand, nach Zusatz von Schwefelsäurehydrat, mit Eisenvitriol auf Salpetersäure;
   d) den ganzen Rest versetzt man mit etwas Salmiak, ein wenig Ammon und kleesaurem Ammon. Niederschlag: Kalk.

   Von der vom kleesauren Kalke abfiltrirten Flüssigkeit prüft man:
      α) eine kleine Portion mit phosphorsaurem Natron auf Magnesia;
      β) den Rest verwendet man zur Prüfung auf Natron und Kali, und verfährt wie oben in §. 431. Gang I. gelehrt worden.

III. Eine ziemlich große Portion des filtrirten Wassers säuert man mit Salzsäure an und verdampft bis bald zur Trockne, den Rückstand theilt man in zwei Theile und prüft:
   a) den einen mit Kalkhydrat auf Ammon;

b) den anderen durch Abdampfen und Behandeln des Rückstandes mit Wasser auf Kieselsäure.

IV. Eine weitere Portion des frischen Wassers versetzt man mit Kalkwasser. Entsteht dadurch ein Niederschlag, so ist freie Kohlensäure, oder so sind doppelt-kohlensaure Salze vorhanden. Ist ersteres der Fall, so erhält man keinen Niederschlag, wenn man eine große Portion des Wassers mit wenig Kalkwasser versetzt (weil sich in dem Falle löslicher doppelt-kohlensaurer Kalk bildet).

2. Prüfung eines Acker- oder Waldbodens.

a) Man erschöpt eine Portion desselben durch Auskochen und Auswaschen mit Wasser;
b) einen Theil des Rückstandes behandelt man mit verdünnter Salzsäure und wäscht das ungelöst Bleibende mit Wasser aus;
c) von dem in Salzsäure unlöslichen Rückstande glüht man eine Portion mit kohlensaurem Natron, eine zweite mit Barythydrat (§. 431, III.);
d) einen andern Theil des mit Wasser erschöpften Rückstandes kocht man wiederholt mit kohlensaurer Natronlösung aus;
e) den mit kohlensaurem Natron erschöpften und ausgewaschenen Rückstand kocht man mit starker Kalilauge anhaltend.

Von der Wasserlösung a) untersucht man den größeren Theil genau nach dem für Brunnenwasser vorgeschriebenen Gange. Den Rest dampft man ab und untersucht ihn auf Humin-, Ulmin-, Quell- und Quellsatzsäure nach der im §. 285 angegebenen Methode.

Die salzsaure Lösung b) untersucht man genau nach dem im §. 431 unter II. angegebenen Gange. Findet man Eisen, so prüft man eine kleine Probe der Lösung mit Ferridcyankalium, eine andere mit Ferrocyankalium, um über die Oxydationsstufe desselben Gewißheit zu bekommen.

Die mit kohlensaurem Natron aufgeschlossene Portion c) behandelt man nach §. 431, Gang III.

Die mit Barythydrat aufgeschlossene Portion dient zur Entdeckung der Alkalien, welche in, auch in Salzsäure unlöslichen, Verbindungen zugegen sind. — Man kocht die Masse unter Zusatz von etwas Salzsäure (doch nur soviel, daß die Reaktion immer noch stark alkalisch bleibt) mit Wasser aus, filtrirt, fällt den Baryt und etwaigen Kalk mit kohlensaurem Ammon, filtrirt, verdampft, glüht und prüft, sofern ein Rückstand bleibt, diesen auf Kali und Natron.

Die Lösungen d) und e) enthalten, sofern sie braun gefärbt sind, Ulmin- und Huminsäure und lassen diese bei Zusatz von Salzsäure fallen, vergl. §. 282.

3. Prüfung einer Speise oder eines Getränkes auf eine metallische Beimengung, z. B. Blei, Kupfer, Arsen, Zink.

Will man in organischen Substanzen unorganische Bestandtheile nachweisen, so müssen jene, weil sie viele Reaktionen verhindern würden, erst zerstört werden. — In der Regel genügt es, daß man die Substanz verkohlt, den Rückstand mit Salpetersäure auskocht und die Lösung nach dem oben angegebenen Gange prüft. Glaubt man aber auch auf Arsen Rücksicht nehmen zu müssen, so geht man am sichersten, wenn man folgenden Weg einschlägt:

Man erwärmt die Substanz in einer Schale mit überschüssiger Salzsäure (und Wasser, wenn nöthig) und fügt in kleinen Portionen chlorsaures Kali zu, bis alles Organische zerstört und entfärbt ist. Nach dem Erkalten filtrirt man, wäscht den Rückstand ein wenig aus, setzt (zur Ueberführung etwa vorhandener Arsensäure in arsenige Säure) eine wässerige Lösung von schwefliger Säure zu, erwärmt, bis deren Geruch verschwunden, und fällt alsdann erst mit Schwefelwasserstoff, dann mit Schwefelammonium. — Die Niederschläge prüft man, wie oben im Gange I. angegeben.

B. Qualitative Analyse der organischen Körper.

§. 433.

Die qualitative Analyse der organischen Körper beruht ganz auf denselben Grundlagen, wie die der unorganischen; ihre Ausführung aber ist in der Regel viel schwieriger, weil man für viele, ja für die meisten organischen Körper keine so charakteristischen Reaktionen hat, wie für Bleioxyd, Kupferoxyd ꝛc., und daher die Erkennung derselben oft nur auf abweichendes Verhalten zu verschiedenen Lösungsmitteln, Reindarstellung der Substanz, ja zuweilen nur auf quantitative Ermittelung ihrer Elementarbestandtheile gegründet werden kann.

Da auf diese Weise die Reaktionen der organischen Körper (besonders die der indifferenten, welche für uns vorzugsweise interessant sind) zur Feststellung des Charakters der einzelnen Körper meist wesentlich erforderlich sind, so wurden dieselben fast sämmtlich schon in der allgemeinen Chemie angeführt; somit genügt es hier, einige Beispiele vor Augen zu stellen, um mit dem Gange derartiger Analysen im Allgemeinen bekannt zu machen.

Zuvor haben wir jedoch die Unterscheidung des Rohrzuckers vom Traubenzucker durch Reagentien und die Erkennung beider neben einander, auf welche wir oben verwiesen haben, noch zu besprechen

1. Unterscheidung des Rohr- und Traubenzuckers.

§. 434.

	Rohrzucker.	Traubenzucker.
Beim Uebergießen der trocknen Substanzen mit Schwefelsäurehydrat wird	nach kurzer Zeit dunkelbraun, dann schwarz	erst nach stundenlangem Stehen bräunlich.
Versetzt man die Lösungen mit Kalilauge und kocht, so	verändert sich die des Rohrzuckers ein wenig und erscheint bei durchfallendem Lichte grün, bei auffallendem röthlich.	wird die des Traubenzuckers alsobald dunkelbraun.
Versetzt man die Lösungen mit etwas Kupfervitriollösung, dann mit Kalilauge, so entsteht ein bläulicher Niederschlag, der sich in mehr Kalilauge mit lasurblauer Farbe löst. Erhitzt man diese Flüssigkeit nicht ganz auf 100°, so	erfolgt keine Veränderung. Kocht man aber längere Zeit, so scheidet sich rothes Kupferoxydul aus.	färbt sich die Flüssigkeit sehr bald gelb durch Ausscheidung von Kupferoxydulhydrat. Nach einiger Zeit geht der Niederschlag in purpurrothes Oxydul über.

Man erkennt ohne Mühe, daß, während die erste Reaktion geeignet ist, Rohrzucker neben Traubenzucker zu erkennen, die beiden letzten gestatten, Traubenzucker neben Rohrzucker aufzufinden.

Zusatz: Gummi und Dextrin.

Um Verwechslungen vorzubeugen, füge ich hier noch das Verhalten des Gummi's und Dextrins zu Kalilauge und Kupfervitriol nach Trommer's Angabe bei.

Gummiauflösung giebt mit Kalilauge versetzt, bei Zusatz von etwas verdünnter Kupfervitriollösung, einen blauen Niederschlag, welcher in alkalischem Wasser unlöslich, in reinem Wasser löslich ist und gekocht werden kann, ohne daß er schwarz wird; — Dextrinlösung dagegen giebt, ohne Spur eines Niederschlags, eine tief blau gefärbte Flüssigkeit, welche, wenn man sie eine Zeit lang stehen läßt, sich nicht verändert; woraus aber, wenn sie bis 85° C. erhitzt wird, sich bald Kupferoxydul als rother Niederschlag ausscheidet. — Versetzt man eine Gummilösung mit etwas Dextrin, so erhält man stets neben dem Niederschlage eine blau gefärbte Flüssigkeit, und versetzt man Dextrin mit etwas Gummi, eine tief blau gefärbte Flüssigkeit und einen Niederschlag. —

2. Erkennung und Unterscheidung der Essigsäure und Milchsäure.

§. 435.

Gesetzt man hat sauer gewordenen Wein (oder eine saure Meische); man will prüfen, ob sich darin nur Essigsäure befindet, oder ob auch Milchsäure zugegen ist.

Man destillirt die Flüssigkeit in einem Glasgefäße bis bald zur Trockne.

a) Das Destillat muß sauer reagiren, wenn Essigsäure vorhanden ist. Man sättigt es mit Natron genau und verdampft es bis bald zur Trockne. Zur Hälfte des Rückstandes setzt man etwas Eisenchlorid. Eine blutrothe Färbung zeigt Essigsäure. Die andere Hälfte verdampft man zur Trockne und erhitzt den Rückstand mit einer Mischung von etwa gleichen Gewichtstheilen Schwefelsäurehydrat und Weingeist. Ist Essigsäure vorhanden, so entwickelt sich der charakteristische, liebliche Geruch des Essigäthers.

b) Den Rückstand versetzt man mit etwas verdünnter Schwefelsäure, dann mit Alkohol, digerirt, filtrirt, verdampft zur dünnen Syrupconsistenz, setzt das halbe Volumen Alkohol und sogleich darauf Aether zu, bis keine Trübung mehr bemerklich ist. — Ist Milchsäure zugegen, so befindet sie sich in der ätherischen Flüssigkeit gelöst (Liebig). Man verdampft daher den Aether, nimmt den Rückstand mit Wasser auf, setzt Kalkmilch im Ueberschuß, später Weingeist zu. Aus der Flüssigkeit, welche milchsauren Kalk enthält, fällt man den Kalk vorsichtig mit etwas verdünnter Schwefelsäure, filtrirt, verdampft, nimmt den Rückstand mit nicht zu wenig Wasser auf, erwärmt mit überschüssigem Zinkoxyd, filtrirt, engt ein und läßt stehen. War Milchsäure vorhanden, so erhält man jetzt milchsaures Zinkoxyd in Form vierseitiger Prismen mit schief zugespitzten Enden, welche in Wasser schwer, in Weingeist aber nicht löslich sind.

3. Auffindung der Weinsteinsäure, Citronensäure und Aepfelsäure neben einander in einer Flüssigkeit wie Wein, einem Obstsafte oder dergleichen.

§. 436.

Man concentrirt die Lösung durch Abdampfen bis zur dünnen Syrupdicke, setzt Salzsäure zu bis zum Vorwalten (um etwa niedergefallene Kalksalze der organischen Säuren zu lösen) läßt erkalten, vermischt mit drei Raumtheilen Weingeist (zur Abscheidung von Gummi), filtrirt nach einigen Stunden, übersättigt mit Ammon und setzt alsdann Chlorcalciumlösung zu, so lange noch ein Niederschlag entsteht. Diesen (welcher die Kalksalze der drei organischen Säuren enthält) läßt man absitzen, filtrirt ihn ab, wäscht ihn mit verdünntem Weingeist aus, löst ihn in wässeriger Salzsäure und verfährt mit der Lösung also:

a) Man setzt Ammon im Ueberschuß zu, schüttelt und läßt 10 Minuten stehen. Niederschlag: Weinsteinsäure.

b) Man kocht die vom weinsteinsauren Kalke abfiltrirte Flüssigkeit längere Zeit, und setzt noch etwas Ammon zu. Niederschlag: Citronensäure.

c) Man vermischt die vom citronensauren Kalke abfiltrirte Flüssigkeit mit Weingeist. Niederschlag: wahrscheinlich Aepfelsäure. Zur Vergewisserung

muß man den Niederschlag abfiltriren und glühen, um zu sehen, ob er dabei unter Verkohlung in kohlensauren Kalk übergeht. — Es ist dies nothwendig, damit man nicht etwa schwefelsauren Kalk (der auch unter diesen Umständen gefällt wird) für äpfelsauren hält.

Zweiter Abschnitt.

Die quantitative Analyse.

A. Quantitative Analyse der unorganischen Körper.

§. 437.

Die quantitative Analyse hat, wie bekannt, zum Zwecke, die Bestandtheile einer zusammengesetzten Substanz ihrer Menge nach zu bestimmen.

Die Art, wie man dieses Ziel erreicht, ist nicht immer eine und dieselbe, sondern es lassen sich bestimmt verschiedene Weisen unterscheiden, namentlich folgende:

1) Der zu bestimmende Bestandtheil wird in reiner Form abgeschieden und geradezu gewogen.

Beispiel: Die Menge des Kalks im kohlensauren Kalk läßt sich finden, wenn man eine gewogene Menge desselben in einem Luftstrome so lange glüht, bis alle Kohlensäure ausgetrieben ist, und den Rückstand — reinen Kalk — wägt.

2) Der zu bestimmende Bestandtheil wird in reiner Form abgeschieden und entfernt, und seine Menge aus dem Gewichtsverluste bestimmt.

Beispiel: Die Menge des Wassers im krystallisirten Glaubersalze findet man, wenn man eine gewogene Menge der Krystalle in einem Schälchen anfangs gelinde erwärmt, endlich glüht und den Rückstand wiederum wägt. Der Gewichtsverlust der Substanz ist gleich dem entwichenen Wasser.

3) Der zu bestimmende Bestandtheil wird in eine Verbindung von genau bekannter Zusammensetzung übergeführt, diese gewogen und aus ihrem Gewichte das des fraglichen Bestandtheils berechnet.

Beispiel: Die Menge der Schwefelsäure in einem Brunnenwasser läßt sich finden, indem man dasselbe mit Salzsäure ansäuert, dann Chlorbaryum zusetzt, so lange noch ein Niederschlag entsteht, und diesen — schwefelsauren Baryt — wägt, vergl. §. 95.

4) Der Zweck der quantitativen Analyse wird auf eine indirekte Art erreicht.

Beispiel: Die Menge freier Salpetersäure in einer Flüssigkeit kann man finden, indem man bestimmt, wieviel Kohlensäure eine gewogene Menge der Flüssigkeit aus überschüssig zugesetztem doppelt-kohlensaurem Natron auszutreiben vermag; denn man weiß ja, daß je 1 Aeq. Salpetersäure 2 Aeq. Kohlensäure aus dem genannten Salze verdrängt. —

Nach diesen Vorausschickungen wird leicht zu verstehen sein, daß bei der Ausführung quantitativer Analysen folgende Punkte in Betracht kommen:

a) die Operationen und

b) die Reagentien, welche zur Erreichung der Zwecke erforderlich sind;

c) die Verbindungsformen und Zustände, in welchen die Körper gewogen werden;

d) die Art und Weise, wie man die zu bestimmenden Bestandtheile in die gewünschten Zustände oder Verbindungen ohne Verlust überführt;

e) die Methoden, welche man einzuschlagen hat, wenn verschiedene Bestandtheile einer Verbindung erst von einander getrennt werden müssen, bevor man die einzelnen in wägbare Formen überführen kann.

Statt einer ausführlicheren Besprechung dieser Punkte, welche die Grenzen dieses Lehrbuches überschreiten würde, wollen wir versuchen, durch Aufstellung einiger Beispiele etwas genauere Einsicht in dies Gebiet zu verschaffen.

1. Analyse eines unreinen Kochsalzes (z. B. eines Viehsalzes).

§. 438.

a) Man wägt einen Platintiegel sammt Deckel, bringt eine gewisse Menge des fein zerriebenen Kochsalzes hinein und wägt den Platintiegel wieder. Der Gewichtsunterschied — das abgewogene Kochsalz — betrage 5 Gramm. — Man erhitzt jetzt den bedeckten Platintiegel längere Zeit gelinde, endlich zum schwachen Glühen, läßt erkalten und wägt wieder. — Die Gewichtsabnahme ist gleich dem vorhanden gewesenen Wasser. Sie möge betragen 0,280 Gramm.

b) Den Rückstand im Tiegel bringt man in ein Becherglas, spült den Tiegel vollständig mit Wasser aus, und erwärmt das Kochsalz mit demselben. Bei weitem der größte Theil löst sich, ein unbedeutender Bodensatz bleibt ungelöst. Man gießt die Lösung in der Weise durch ein kleines Filter, daß der Bodensatz im Becherglase bleibt, erwärmt denselben (zur Lösung etwa ungelöst gebliebenen Gypses) mit etwas Salzsäure, bringt alsdann Flüssigkeit und etwaigen Niederschlag auf dasselbe Filter, läßt abtropfen und wäscht das Filter aus, bis ein

Tropfen der ablaufenden Flüssigkeit, auf Platinblech verdampft, keinen Rückstand mehr läßt. — Man trocknet alsdann das Filter mit dem Niederschlage (den wir jetzt einmal als vorhanden annehmen wollen), bringt es in einen gewogenen Platintiegel, verbrennt es darin vollständig und wägt nach dem Erkalten. Die Gewichtszunahme ist gleich dem unlöslichen Rückstande (der Thon oder Sand ist) sammt der Asche des Filters. Er möge betragen 0,051 Gramm. Man äschert jetzt, um die Menge der Filterasche kennen zu lernen, ein gleich großes Filter ein und bestimmt die Asche. Dieselbe betrage 0,001 Gramm; — demnach beträgt Thon und Sand 0,050 Gramm.

c) Zu der mit den Waschwassern vereinigten abfiltrirten Kochsalzlösung setzt man Ammon bis zum Vorwalten, etwas Salmiak, sofern sich nicht genug gebildet haben sollte, dann kleesaures Ammon, so lange noch ein Niederschlag entsteht. Man filtrirt denselben ab, trocknet ihn, schüttet ihn in einen Platintiegel, glüht ihn gelinde (wodurch der kleesaure Kalk in kohlensauren übergeht), verbrennt das Filter auf dem Deckel des Tiegels und wägt. Die Menge des so erhaltenen kohlensauren Kalkes möge nach Abzug der Filterasche betragen 0,0441 Grm.

d) Die vom kleesauren Kalke abfiltrirte Flüssigkeit versetzt man mit phosphorsaurem Natron im Ueberschuß, läßt einige Stunden stehen, filtrirt alsdann den entstandenen Niederschlag von phosphorsaurer Ammon-Magnesia ab, wäscht ihn mit ammonhaltigem Wasser aus, glüht ihn (wodurch er in pyrophosphorsaure Magnesia übergeht) und wägt diese. Sie möge nach Abzug der Filterasche betragen 0,050 Grm.

e) Man wägt 5 weitere Gramm des Kochsalzes ab, löst, wie in b) gesagt, und fällt die Lösung mit Chlorbaryum. Den Niederschlag von schwefelsaurem Baryt filtrirt man ab, wäscht ihn aus, trocknet, glüht und wägt ihn. Er möge betragen 0,1027 Grm.

f) Aus diesen Resultaten und dem Ergebniß der qualitativen Analyse, daß außer den hier bestimmten Bestandtheilen nur noch Natrium und gebundenes Chlor vorhanden ist, können wir nun die Zusammensetzung des analysirten Kochsalzes auf folgende Art berechnen:

a) 5 Gramm Kochsalz haben geliefert 0,1027 Grm. schwefelsauren Baryt, welche enthalten 0,0353 Grm. Schwefelsäure. 100 Grm. Kochsalz enthalten somit 0,7060 Grm. Schwefelsäure.

Von den vorhandenen Basen haben wir Ursache zunächst den Kalk als mit der Schwefelsäure verbunden zu betrachten. —

b) 5 Gramm Kochsalz haben geliefert 0,044 Grm. kohlensauren Kalk, welche enthalten 0,0247 Grm. Kalk. 100 Grm. Kochsalz enthalten somit 0,494 Kalk. —

500 Schwefelsäure binden 350 Kalk, wieviel binden 0,7060 Schwefelsäure? Rechnen wir diesen Ansatz aus, so finden wir als x: 0,494 Kalk; also gerade die Menge, welche im Kochsalz vorhanden ist. Demnach haben wir Schwefelsäure und Kalk geradeauf als schwefelsauren Kalk in Rechnung zu bringen. 0,706 + 0,494 ist aber gleich 1,200 Proc. Gyps.

c) 5 Grm. Kochsalz haben geliefert 0,100 Grm. pyrophosphorsaure Magnesia. Die darin enthaltene Magnesia kann aber nur als Chlormagnesium im Kochsalz gewesen sein, da alle Schwefelsäure an Kalk gebunden ist. — 0,100 Grm. pyrophosphorsaure Magnesia ($PO_5, 2MgO$) entsprechen aber folgender Menge Chlormagnesium (Mg Cl):

$$1407\ (PO_5, 2\,MgO) : 1202\ (2\,Mg\,Cl) = 0{,}100 : x$$
$$x = 0{,}0854$$

Enthalten aber 5 Gramm Kochsalz 0,0854 Grm. Chlormagnesium, so enthalten 100 Grm. 1,718 Grm.

d) 5 Grm. Kochsalz haben geliefert 0,050 Grm. Thon und Sand; in 100 Grm. sind demnach 1,000 Grm. enthalten.

e) 5 Grm. Kochsalz haben geliefert 0,280 Wasser; in 100 Grm. sind demnach 5,600 Grm. enthalten.

f) Stellen wir jetzt unsere Resultate in Procenten zusammen:

gefunden	Schwefelsaurer Kalk	1,200	Proc.
	Chlormagnesium	1,718	»
	Thon und Sand	1,000	»
	Wasser	5,600	»
Rest: Chlornatrium, demnach . . .		90,482	»
		100,000	

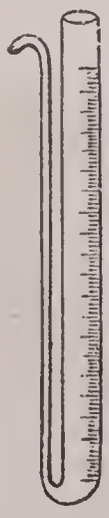
Nicht immer hat man bei quantitativen Analysen die Absicht, einen Körper in Bezug auf die Mengenverhältnisse aller seiner Bestandtheile kennen zu lernen; zuweilen genügt es, z. B. zur Werthbestimmung der Potasche, einen Bestandtheil — im erwähnten Falle das kohlensaure Kali — seiner Quantität nach zu bestimmen. In solchen Fällen gestaltet sich alsdann auch die Analyse ungleich einfacher. Betrachten wir daher hier auch ein solches Beispiel und zwar das Angeführte, weil sich an diesem zugleich zeigen läßt, wie man ein Ziel auf ganz verschiedenen Wegen erreichen kann.

2. Prüfung der Potasche auf kohlensaures Kali.

§. 439.

Erste Methode (Descroizilles und Gay-Lussac). Man stellt sich eine verdünnte Schwefelsäure dar, welche so stark ist, daß 100 Grade derselben, in dem unter Fig. 7 abgebildeten Tropfglase gemessen, genau hinreichen, 5,000 Grm. wasserfreies kohlensaures Natron, oder die ihm entsprechende Menge kohlensaures Kali, nämlich 6,523 Grm., zu sättigen. Die Darstellung gelingt am leichtesten auf folgende Art:

Fig. 7.



a) Man vermischt etwa 70 Grm. englischer Schwefelsäure mit 600 Grm. Wasser und läßt erkalten.

b) Man wägt 5 Grm. wasserfreies kohlensaures Natron ab, löst es in heißem Wasser und färbt die Lösung mit ein wenig Lackmustinktur blau.

c) Man füllt das graduirte Tropfglas bis an den Nullpunkt mit der verdünnten Säure, und tropft davon unter Umrühren zu der heißen Natronlösung, bis die blaue Farbe eben in Kirschroth übergegangen ist.

d) Man weiß aus diesem Versuche, wieviel Grade der verdünnten Säure erforderlich sind, um 5 Grm. kohlensaures Natron zu sättigen; man hat demnach nur noch soviel Wasser zu der noch vorhan-

denen Säure zu setzen, daß alsdann in je 100 Graden Flüssigkeit die zur Sättigung von 5 Grm. kohlensauren Natrons erforderliche Säuremenge enthalten ist. — Hätte man also z. B. bei dem angestellten Versuche 75 Grad gebraucht, so müßte man zu je 75 Raumtheilen der übrigen Säure noch 25 Raumtheile Wasser mischen.

Man sieht leicht ein, daß man, im Besitze solcher Probesäure, ohne Mühe im Stande ist, den Gehalt einer Potasche an kohlensaurem Kali zu ermitteln; denn da man, um 6,523 Grm. reines kohlensaures Kali zu sättigen, genau 100 Grade Probesäure braucht, so wird man zu einem gleichen Gewichte einer Potasche, welche bloß 50 Proc. kohlensaures Kali und 50 Proc. schwefelsaures Kali und Chlorkalium (oder überhaupt Salze, welche die Schwefelsäure nicht abstumpfen) enthält, nur halb soviel Probesäure, das sind 50 Grade, zur Sättigung bedürfen.

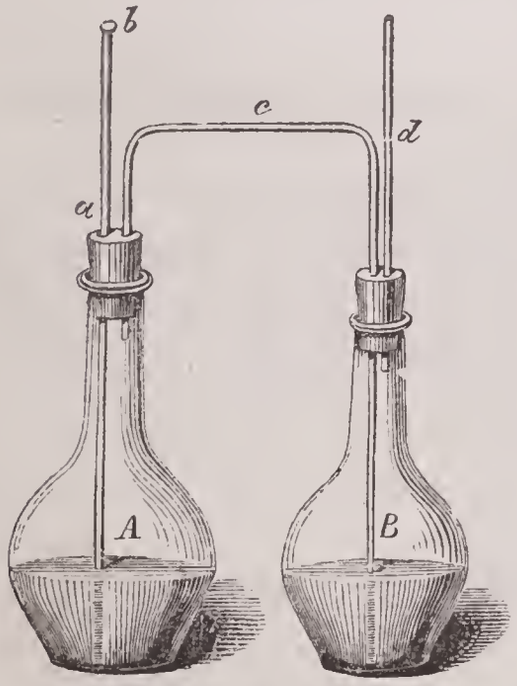
Die Prüfung ist also überaus einfach und wird so ausgeführt:

Man löst 6,523 Grm. Potasche auf, löst sie in heißem Wasser, filtrirt, wenn ein erheblicher unlöslicher Rückstand bleibt, färbt mit ein wenig Lackmustinktur blau, und tropft aus dem mit Probesäure bis zum Nullpunkte gefüllten Tropfglase unter Umrühren so lange zu, bis die blaue Flüssigkeit kirschroth wird. Die Zahl der verbrauchten Säuregrade giebt die Anzahl der Procente an kohlensaurem Kali unmittelbar an.

So einfach diese Sache aber auch scheint, so gehört doch ziemliche Uebung dazu, den wirklichen Punkt der Sättigung genau zu treffen; auch beeinträchtigen die in der Potasche in geringer Menge enthaltenen alkalisch reagirenden Salze (phosphorsaures und kieselsaures Kali) die Genauigkeit ein wenig.

Zweite Methode (Fresenius und Will). Diese Methode besteht darin, daß man die Menge der Kohlensäure bestimmt, welche in einer Potasche enthalten ist, und aus dieser die Menge des kohlensauren Kali's berechnet. Die Ausführung erfordert den kleinen, in Fig. 8 abgebildeten Apparat, dessen Einrichtung ohne weitere Beschreibung verständlich ist.

Fig. 8.



Das Kölbchen *A* fasse 4 — 5 Loth, *B* 3 — 4 Loth Wasser. — Die Glasröhren müssen in den Korkstopfen, und diese in den Kölbchen luftdicht schließen. Die Röhre *a* ist an ihrem Ende *b* durch ein Wachskügelchen verschlossen. Das Kölbchen *B* ist mit englischer Schwefelsäure fast zur Hälfte angefüllt.

Man wägt 6,283 Grm. von der zu prüfenden Potasche ab (eine Menge, welche, wenn sie reines kohlensaures Kali ist, genau 2,00 Grm. Kohlensäure enthält), bringt sie in das Kölbchen *A*, füllt es zu ⅓ mit Wasser an, drückt den Kork ein und bringt den Apparat auf einer Wage in's Gleichgewicht. Man saugt nunmehr mittelst eines durchbohrten Korkes aus *d* etwas Luft und veranlaßt hierdurch, daß ein Theil des Schwefelsäurehydrats nach *A* herüberfließt. Das in der Potasche enthaltene

kohlensaure Kali wird sofort durch dieselbe zersetzt, und die entbundene Kohlensäure entweicht, beim Durchstreichen durch das in *B* befindliche Schwefelsäurehydrat vollkommen getrocknet, aus *d*. Wenn die Entwicklung nachläßt, veranlaßt man durch Aussaugen von Luft aus *d* ein erneuertes Hinüberfließen der Säure, und fährt so fort, bis alles kohlensaure Salz zerlegt ist. Man läßt jetzt durch stärkeres Aussaugen eine größere Menge Schwefelsäurehydrat nach *A* hinüberfließen, so daß dessen Inhalt sich sehr stark erhitzt, öffnet, wenn keine Gasblase mehr kommt, das Wachsstöpfchen auf *a* ein wenig, und saugt an *d* so lange, bis die letztkommende Luft nicht mehr nach Kohlensäure schmeckt. Nach dem Erkalten bringt man den Apparat wieder auf die Wage, und stellt durch zu demselben gelegte Gewichte das Gleichgewicht her. Ihre Summe ist gleich der Menge der in der Potasche enthalten gewesenen Kohlensäure, denn diese allein ist ja aus dem Apparate entwichen. Dividirt man die Anzahl der zugelegten Centigramme durch 2, so findet man unmittelbar den Gehalt der Potasche an kohlensaurem Kali in Procenten.

B. Quantitative Analyse der organischen Körper.

Die quantitative Analyse der organischen Körper, welche im Allgemeinen ganz auf denselben Grundlagen beruht, die wir bei der der unorganischen Körper kennen gelernt haben, zerfällt in zwei Hauptabtheilungen.

Die eine derselben umfaßt die Gewichtsbestimmung der entferntesten Bestandtheile organischer Körper (Elementaranalyse) die andere die der näheren Bestandtheile.

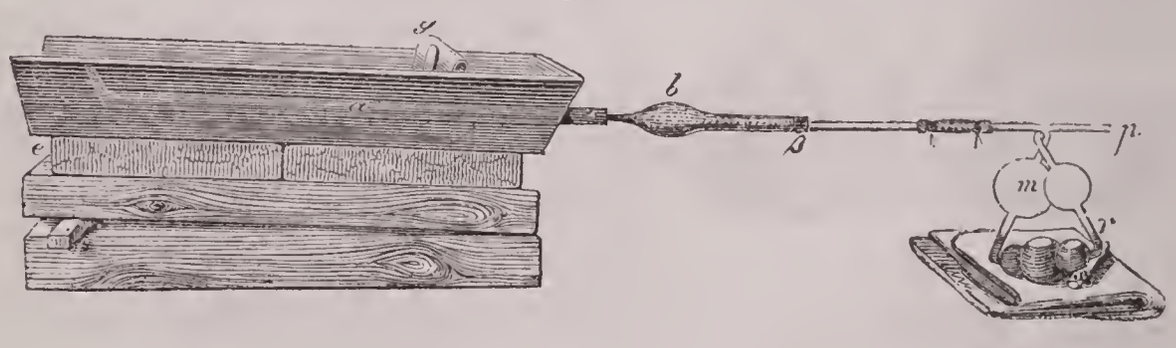
1. Organische Elementaranalyse.

§. 440.

Von diesem wichtigen Theile der chemischen Analyse kann hier nur eine kurze Skizze gegeben werden.

a) Die Elementaranalyse der Körper, welche nur aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff bestehen, erfordert bloß eine einzige Operation und zwar die folgende, welche in der mitzutheilenden Weise zuerst von Liebig aufgestellt wurde.

Fig. 9.



Eine kleine abgewogene Menge der zu untersuchenden Substanz, etwa 0,5 Grm., wird mit Kupferoxyd auf's innigste gemengt und in die Röhre *a* (Fig. 9) gebracht. *b* ist ein mit Chlorcalcium gefülltes gewogenes Rohr; der Apparat *m* enthält Kalilauge und ist gleichfalls gewogen. Man erhitzt jetzt, nachdem man geprüft hat, ob alle Verbindungen luftdicht schließen, die Röhre *a* von vorn (von *b*) nach hinten fortschreitend zum Glühen. Hierdurch verbrennt auf Kosten des Sauerstoffs im Kupferoxyde aller Kohlenstoff und aller Wasserstoff. Die Oxydationsprodukte — Kohlensäure und Wasser — entweichen aus der Röhre, im Chlorcalciumrohr bleibt das Wasser zurück, die Kohlensäure aber wird von der Kalilauge absorbirt. Ist die ganze Röhre *a* glühend, so kneipt man hinten die Spitze ihres aufwärts gerichteten Schnabels ab und bewirkt durch Aussaugen bei *p*, daß die noch in den Apparaten enthaltenen Portionen von Wasserdampf und Kohlensäure ebenfalls an das Chlorcalcium und die Kalilauge treten. Nach dem Versuche wägt man die Chlorcalciumröhre und den Kaliapparat wieder. Die Gewichtszunahme jener ist gleich der Menge des gebildeten Wassers, die des Kaliapparates gleich der der gebildeten Kohlensäure. Berechnet man nun aus dem Wasser den Wasserstoff, aus der Kohlensäure den Kohlenstoff, addirt beide und zieht ihre Summe von dem Gewichte der verwendeten Substanz ab, so ergiebt sich die Quantität des Sauerstoffes darin als Gewichtsunterschied.

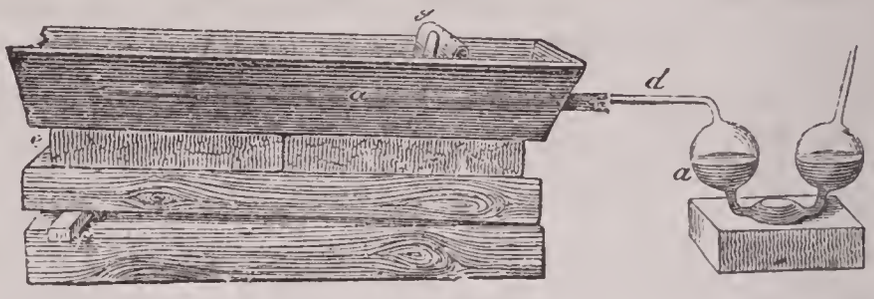
b) Stickstoffbestimmung. Enthält ein organischer Körper Stickstoff, so muß dessen Menge durch einen besonderen Versuch bestimmt werden. Von den mancherlei Methoden, welche hierzu in Gebrauch sind, mag hier nur eine (die Varrentrapp-Will'sche) erwähnt werden.

Sie beruht darauf, daß beim Glühen stickstoffhaltiger organischer Körper mit dem Hydrat eines Alkalimetalles das Hydratwasser dieses letzteren in der Art zerlegt wird, daß sein Sauerstoff mit dem Kohlenstoff Kohlensäure bildet, welche sich mit dem Alkali verbindet, während sein Wasserstoff im Moment des Freiwerdens sich mit allem vorhandenen Stickstoffe zu Ammoniak vereinigt.

Die gewogene kleine Menge, etwa 0,4 Grm., der zu analysirenden Substanz, bringt man, gemischt mit einem Gemenge von 1 Thl.

Natronhydrat und 2 Thln. Kalk, in die Röhre *a* (Fig. 10). Das beim Glühen entweichende Ammoniak (oder das daraus bei Anwesenheit von Wasser entstandene Ammon) strömt in den mit Salz-

Fig. 10.



säure gefüllten Apparat *a* und wird darin zurückgehalten. Man verwandelt alsdann den gebildeten Salmiak durch Zusatz von Platinchlorid in Ammoniumplatinchlorid, wägt dieses und berechnet daraus den Stickstoff der Substanz.

Die Stickstoffbestimmung ist für die Lösung von vielen für die Landwirthschaft wichtigen Fragen von großer Bedeutung, weil sie uns gestattet, den Gehalt eines Futters oder einer Speise an Eiweiß, Legumin, Pflanzenleim, Fibrin, Caseïn ꝛc. mit Sicherheit und auf eine schnelle Art festzustellen. Da nämlich alle diese Proteïnsubstanzen etwa 15,5 Proc. Stickstoff enthalten, so braucht man den gefundenen Procentgehalt an Stickstoff nur mit 6,45 zu multipliciren, um den Procentgehalt an der betreffenden stickstoffhaltigen Substanz zu finden.

c) Enthalten die zu analysirenden Substanzen Schwefel und Phosphor, so sind gewisse Modifikationen des Verfahrens erforderlich, welche hier nicht angeführt werden können; immer aber erfordert die Bestimmung dieser Körper besondere Versuche.

2) Quantitative Bestimmung der näheren Pflanzenbestandtheile.

§. 441.

Dieser Zweig der chemischen Analyse ist längere Zeit fast auf derselben Stufe stehen geblieben, und die in allen Theilen der Chemie gemachten Entdeckungen förderten ihn Jahrzehende hindurch nur wenig. Obgleich sich nun in letzterer Zeit tüchtige Kräfte demselben wieder zugewendet haben, so ist er doch noch als unverhältnißmäßig wenig ausgebildet zu betrachten. — Wenn man bedenkt, daß die Kenntniß der näheren Bestandtheile der Pflanzen und Thiere zur Beantwortung der wichtigsten Fragen in Landwirthschaft, Pflanzen- und Thierphysiologie, Diätetik ꝛc. ganz nothwendig ist, so erscheint die Vernachlässigung dieses Theiles fast unbegreiflich. Sie findet aber darin ihre Erklärung, daß erstlich der Gegenstand viele Schwierigkeiten bietet, und daß ferner, bei Bearbeitung desselben, wenn auch höchst

wichtige und nützliche, doch minder augenfällige und Ruhm verheißende Resultate zu gewinnen sind, als in anderen Theilen der Chemie.

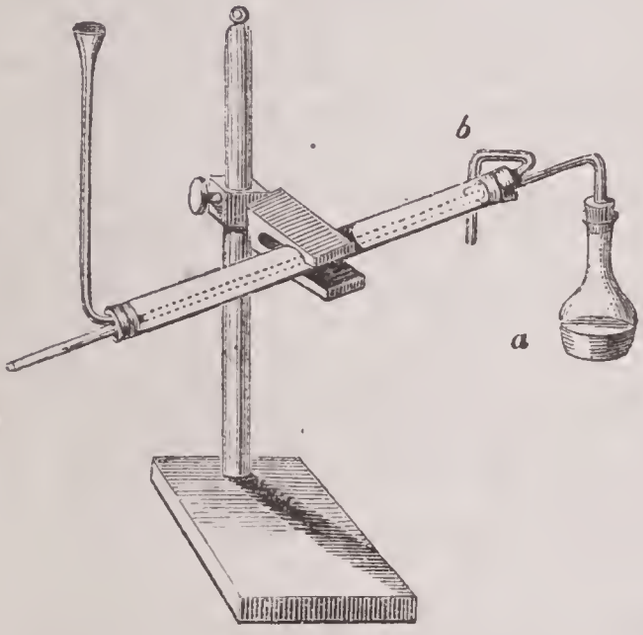
Wir glauben auch in Bezug auf diesen Zweig hier genug zu thun, wenn wir denselben in einzelnen Beispielen vor Augen führen.

I. Analyse des Weins in Bezug auf seine Hauptbestandtheile: Alkohol, Zucker, freie Säure, sonstige organische Substanzen, Aschenbestandtheile und Wasser.

§. 442.

a) Bestimmung des Alkohols. Man bringt 200 Gramm des Weines in eine Retorte oder einen Kolben, setzt etwas Kalkhydrat zu, so daß die Flüssigkeit alkalisch reagirt, und destillirt bei gelinder Hitze, bis etwa die Hälfte der Flüssigkeit übergegangen ist. — Zur Destillation bedient man sich am besten des Göttling'schen Kühlapparates. Man kann denselben etwa so anordnen, wie Fig. 11 zeigt.

Fig. 11.



Das erhaltene Destillat wägt man (es betrage beispielsweise 105 Gramm), bestimmt alsdann sein spec. Gew. *) (es sei z. B. bei 15° C. 0,975) und findet nunmehr die Quantität des Alkohols im Wein durch folgende Schlüsse. — Das Destillat ist, weil es bei 15° C. ein spec. Gewicht von 0,975 hat, ein Weingeist von 19 Gewichtsprocenten Alkohol (vergl. die Tabelle auf S. 568). Da nun 100 Thle. des Destillates 19 Thle. Alkohol enthalten, so enthalten 105 Thle. (die Menge des erhaltenen Destillates) 19,95 Thle.

Diese 19,95 Grm. Alkohol rühren her von 200 Gramm Wein, also enthalten 100 Thle. Wein 9,975 Thle. Alkohol.

---

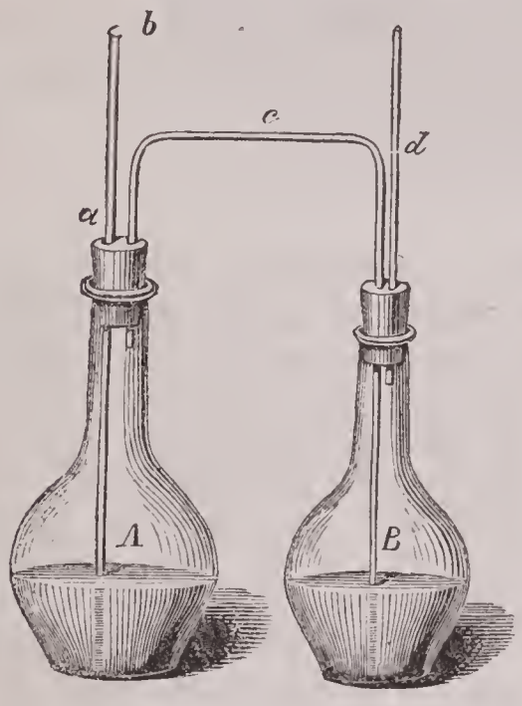
*) Bei einer derartigen Untersuchung bestimmt man das specifische Gewicht des Weingeistes am besten, indem man denselben mit einer Portion destillirten Wassers auf gleiche Temperatur bringt, alsdann ein mit einem Glasstopfen genau verschließbares Fläschchen erst leer, dann mit Weingeist, endlich mit Wasser gefüllt wägt und nach dem Ansatz:

Wasser im Fläschchen : Weingeist darin = 1 : x

mit dem Gewichte des Wassers in das des Weingeistes dividirt. — Statt des verschlossenen Fläschchens kann man sich ganz zweckmäßig auch eines enghalsigen offenen bedienen, welches man bis an eine durch einen Feilstrich bezeichnete Stelle erst mit der einen, dann mit der anderen Flüssigkeit füllt.

b) Bestimmung des Zuckers. Man rührt 100 Grm. Wein mit überschüssigem, auf nassem Wege (durch Fällen einer Chlorcalciumlösung mit kohlensaurem Ammon) bereitetem kohlensaurem Kalke in einer Schale an, läßt einige Zeit bei gelinder Wärme stehen, fügt noch ein wenig Kalkwasser zu, bis die Reaction ziemlich neutral ist, filtrirt, wäscht den Rückstand aus, verdampft das mit dem Waschwasser vereinigte Filtrat bis zur dünnen Syrupconsistenz, gießt den Rückstand in das Kölbchen *A* des uns bereits bekannten Apparates (welches man jedoch etwas größer, von 6—7 Loth Inhalt, wählen kann, wogegen das Kölbchen *B* kleiner, von etwa 2 Loth Inhalt, sein darf), spült die Schale mit etwas Wasser nach, bringt etwa 15 Grm. feuchte, ausgewaschene Bierhefe, dann ein Paar Tropfen Weinsteinsäurelösung hinzu und wägt oder tarirt den Apparat (dessen Röhre *b* man jedoch nicht mit einem Wachsstöpfchen verschließt). Man stellt nunmehr den Apparat an einen Ort, an welchem er ziemlich constant auf einer Temperatur von etwa 25° C. erhalten wird und läßt ihn daselbst stehen, bis die bald eintretende geistige Gährung beendigt ist, d. h., bis man keine Kohlensäureblasen mehr durch die Schwefelsäure austreten sieht, was meist erst nach 4—5 Tagen der Fall ist. Man erwärmt alsdann das Kölbchen *A* durch Einstellen in heißes Wasser, nimmt es heraus, saugt mittelst eines durchbohrten Korkes die noch im Apparat enthaltene Kohlensäure bei *d* aus, läßt erkalten und wägt wieder. Die Gewichtsabnahme ist gleich der entwichenen Kohlensäure. Da nun bei der geistigen Gährung 100 Thle. wasserfreier Traubenzucker 48,89 Thle. Kohlensäure liefern (§. 263. 12), so hat man nach dem Ansatze:

Fig. 12.



$$48{,}89 : 100 = \text{Kohlensäure} : \text{Traubenzucker}$$

die Menge der Kohlensäure nur mit $\frac{100}{48{,}89}$, d. i. mit 2,045 zu multipliciren, um die ihr entsprechende Menge wasserfreien Traubenzuckers zu finden.

c) Bestimmung der freien Säure. Man bedarf zu derselben ebenfalls des in Fig. 12 abgebildeten Apparates und außerdem eines kleinen, unten verschlossenen Glasröhrchens, welches sich bequem in den Hals des Kölbchens *A* einschieben läßt und nur so lang ist, daß es auf dem Boden des Kölbchens liegen kann. Es wird mit doppelt-kohlensaurem Natron angefüllt und an einen Seidenfaden gebunden.

Man wägt in *A* 100 Grm. Wein, läßt das Röhrchen mit doppelt-kohlensaurem Natron hineingleiten, klemmt den Seidenfaden durch Eindrücken des Korkes fest, so daß das Röhrchen schwebt, bringt den Apparat auf der Wage in's Gleichgewicht, läßt alsdann das Röhrchen durch Lüften des Korkes in *A* fallen, dreht den Kork wieder ein und stellt den Apparat unter zuweilen wiederholtem Umschütteln bei Seite, bis sich keine Kohlensäure mehr entwickelt (vergl. §. 437. 4). Man erwärmt alsdann *A* durch Einstellen in mäßig heißes Wasser, saugt aus *d* die noch im Apparate befindliche Kohlensäure aus, läßt erkalten und

wägt wieder. — Der Gewichtsunterschied ist gleich der entwichenen, ausgetriebenen Kohlensäure, und zwar wurden von je 1 Aeq. Weinstein-, Aepfel-, Citronen- oder Essigsäure 2 Aeq. Kohlensäure ausgetrieben. — Man erfährt bei diesem Versuche demnach nur die Gesammtmenge aller freien Säuren. Will man bei Aufstellung der Analyse die freie Säure in der Art anführen, als wäre sie nur Weinsäurehydrat (was das Entsprechendste ist und unter der Rubrik freie Säure, ausgedrückt als Weinsäurehydrat, geschehen kann), so hat man für je 550 Kohlensäure 937,5 Weinsäurehydrat in Rechnung zu bringen, oder, was dasselbe ist, man hat das Quantum der Kohlensäure mit 1,704 zu multipliciren.

d) Bestimmung der sonstigen organischen Substanzen, der Aschenbestandtheile und des Wassers. — Man wägt 50 Grm. Wein in einer Porzellan-, besser Platinschale ab, verdampft im Wasserbade zur Trockne und erhitzt den Rückstand (zweckmäßig bei einer den Siedepunkt des Wassers etwas übersteigenden Temperatur), bis er gar nicht mehr an Gewicht abnimmt. — Der Gewichtsverlust (Wasser und Alkohol) giebt, nach Abzug der bereits gefundenen Alkoholmenge, die Quantität des Wassers an. — Der Rückstand wird alsdann bei Luftzutritt so lange mäßig geglüht, bis alles Verbrennliche verbrannt ist. Die Asche wägt man. Zieht man nun von dem bei 100° oder etwas darüber getrockneten Rückstande die Menge des Zuckers, des Weinsäurehydrats und der Asche ab, so drückt der Rest die Menge der sonstigen organischen Bestandtheile (Gummi, Pektin, stickstoffhaltige Substanzen, gebundene organische Säuren 2c.) mit großer Annäherung aus *).

Aus diesem Beispiele ergiebt sich eine große Anzahl anderweitiger, dem Landwirthe wichtiger analytischer Methoden, namentlich folgende:

a) Die Analyse der anderen Alkohol enthaltenden Getränke, des Bieres, der Obstweine, der Liqueure 2c.

b) Die quantitative Bestimmung des Zuckers überhaupt, namentlich auch eine genauere Zuckerbestimmung im Trauben-, Aepfel- oder Birnenmoste, Runkelrübensafte 2c. (welche Flüssigkeiten ohne Weiteres nach der §. 442 unter b beschriebenen Methode behandelt werden können **).

c) Die quantitative Bestimmung des Säuregehaltes im Trauben- 2c. Moste,

---

*) Absolut genau kann das Resultat nicht sein, weil man ja die Säuren einzeln nicht genau bestimmt, sondern willkürlich als Weinsäurehydrat aufgeführt hat.

**) Bei Untersuchung der diesjährigen (1847r) Moste fand ich bei drei Sorten, welche nach der Gährungsmethode auf Zucker geprüft wurden, folgende Zuckermengen, die ich der Vergleichung wegen mit den sich aus dem specifischen Gewichte dieser Moste (nach der im §. 384 mitgetheilten Tabelle) ergebenden scheinbaren Zuckermengen (denn alles Aufgelöste wird bei letzterer Berechnung als Zucker in Anschlag gebracht) hier zusammenstelle:

	Wasserfreier Traubenzucker	Specifisches Gewicht	Aus dem spec. Gew. berechneter scheinbarer Zuckergehalt
Veltliner (ziemlich reif) . .	13,99	1,0735	17,87 Proc.
Weißer Gutedel (nicht völlig reif)	10,02	1,0581	14,25 »
Cabernet gris (mäßig reif)	12,51	1,0684	16,50 »

sowie namentlich auch im Essig. — Nimmt man vom letzteren 68,2 Grm., so findet man den Procentgehalt an Essigsäurehydrat unmittelbar, wenn man die Anzahl der erhaltenen Gramme Kohlensäure mit 2 multiplicirt.

Zusätze hierzu.

Bierprüfung. Bei der Bierprüfung hat man häufig auch den Zweck, die Menge der freien Kohlensäure zu erfahren. — Man kocht zu dem Behufe eine gewogene Menge, leitet die sich entwickelnden Gase in Baryt- oder Kalkwasser, wägt den entstehenden Niederschlag (BaO, CO_2 oder CaO, CO_2) und berechnet daraus die Kohlensäure. — Zur technischen Prüfung des Bieres sind verschiedene, von der oben angegebenen Methode völlig abweichende Verfahrungsweisen in Vorschlag und Gebrauch gekommen, namentlich die sogenannte hallymetrische von Fuchs, und die aräometrisch-optische von Steinheil. Die Beschreibung dieser sinnreichen und schnell ausführbaren Methoden würde uns hier zu weit führen; sie finden sich in Balling's Gährungschemie, in der deutschen Ausgabe von Dumas' Handbuch der angewandten Chemie und in anderen Werken; auch existiren dafür besondere gedruckte Anweisungen.

Zuckerprüfung. Auch zur quantitativen Bestimmung des Zuckergehaltes in Syrupen, Fruchtsäften ꝛc. giebt es noch verschiedene andere Methoden. Die eine gründet sich auf das Verhalten der Zuckerlösungen zum polarisirten Lichte, und gehört somit ganz in das Gebiet der Physik (vergl. darüber namentlich Bentzke im Journal für praktische Chemie. XXVIII. S. 101—116, auch im pharmacent. Centralblatt 1843. S. 363 abgedruckt); sie gestattet namentlich, die Menge des Rohrzuckers und des nicht krystallisirbaren Zuckers in der Melasse zu bestimmen. — Die andere von Barreswill auf Grundlage Frommherz'scher Versuche aufgestellt, besteht darin, daß man zu einer abgemessenen Auflösung von weinsaurem Kupferoxyd in Kalilauge, von bekanntem Kupferoxydgehalte, welche in einer Porzellanschale auf 100° erhitzt wird, von der zu prüfenden, in einem graduirten Tropfglase enthaltenen Traubenzuckerlösung so lange zufügt, bis alles Kupferoxyd zu Oxydul reducirt und somit die blaue Farbe der Lösung verschwunden ist. — Da Rohrzucker diese Wirkung nicht ausübt, wohl aber nachdem er durch Kochen mit etwas Schwefelsäure in Traubenzucker übergeführt ist, so läßt sich diese Methode auch anwenden, beide dem Gewichte nach zu bestimmen, wenn sie neben einander in einer Lösung enthalten sind.

Essigprüfung. Die Prüfung des Essigs kann auch auf die Art ausgeführt werden, daß man von einer, in einem graduirten Tropfglase enthaltenen, verdünnten Ammonlösung von bekanntem Gehalte so lange zu dem mit etwas Lackmustinktur roth gefärbten Essig gießt, bis die rothe Farbe in Blau übergeht, alsdann die verbrauchte Ammonlösung mißt und daraus den Gehalt an Essigsäure berechnet; — oder auch in der Weise, daß man zu dem in einem graduirten Rohre befindlichen, mit Lackmus gefärbten Essige so lange unter stets wiederholtem Umschütteln von der ammonhaltigen Probeflüssigkeit gießt, bis der Sättigungspunkt erreicht ist. Aus der Zunahme des Flüssigkeitsvolumens im graduirten Rohre ergiebt sich alsdann die Menge der verbrauchten Probelösung und somit der Gehalt des Essigs an Essigsäure. — Die auf diesem Principe beruhenden Methoden liefern jedoch keineswegs, oder nur bei großer Uebung, so genaue Resultate, wie die oben beschriebene. Bei Anwendung der hier besprochenen Methoden auf Most oder Wein ist die Schwierigkeit, den Sättigungspunkt richtig zu treffen, und somit die Unsicherheit im Resultate, noch größer.

II. Analyse der Kartoffeln in Betreff ihrer Hauptbestandtheile: Stärkemehl, Eiweiß, Faser, sonstige organische Substanzen, Aschenbestandtheile und Wasser.

§. 443.

a) Man zerreibt 100 Gramm der frischen Kartoffeln auf einem feinen Reibeisen, spült das Reibeisen mit Hülfe von 300 Gramm destillirten Wassers in die Schale ab, in welcher sich die zerriebene Masse befindet, und läßt eine halbe Stunde lang unter häufigem Umrühren stehen. Zuletzt läßt man absitzen und gießt das Klare durch ein bei 100° getrocknetes und gewogenes Filter.

b) Sobald von dem Safte etwas mehr als die Hälfte durchgelaufen ist, was rasch erfolgt (während sich später das Durchlaufen sehr verlangsamt), wägt man 200 Grm. desselben in einer Porcellanschale ab, erhitzt, während man die Schale mit einer Glasplatte bedeckt, bis fast zum Kochen und filtrirt das ausgeschiedene Eiweiß auf einem bei 100° getrockneten und gewogenen Filter ab.

c) Sobald von der Flüssigkeit, aus der sich das Eiweiß abgeschieden hat, etwas mehr als die Hälfte durchfiltrirt ist, wägt man 100 Grm. davon ab, verdampft sie in einem gewogenen Schälchen zur Trockne, trocknet den Rückstand bei 100—120° C. und wägt ihn. Er besteht aus Gummi, Aepfelsäure ꝛc. und Salzen.

d) Das Eiweiß wäscht man auf dem Filter vollständig aus, trocknet und wägt es.

e) Auf das erst angewendete Filter bringt man mittlerweile auch den in der Schale befindlichen Rückstand (Stärkemehl und Faser) und wäscht denselben darin aus, und zwar sowohl nach der gewöhnlichen Art, als auch dadurch, daß man das, über der sich im unteren Theile des Filters absetzenden, unlöslichen Masse stehende, Wasser von Zeit zu Zeit, wenn es ganz klar erscheint, oben abgießt. — Man trocknet alsdann den Inhalt des Filters bei 100° vollständig und wägt ihn. Er besteht aus Faser und Stärkemehl. Man entleert jetzt den Inhalt in ein Becherglas, übergießt ihn mit Malzaufguß *), erwärmt auf 60 — 70° C., bis sich das Stärkemehl vollständig gelöst hat, filtrirt die ungelöst gebliebene Faser auf dem ursprünglichen Filter ab, trocknet bei 100° und wägt sie. Zieht man das Gewicht der Faser von dem des Stärkemehls und der Faser ab, so findet man das des Stärkemehles.

f) Man wägt 10 Grm. in Scheiben zerschnittene Kartoffeln ab, trocknet sie vollkommen bei 100 — 120°, wägt, äschert alsdann ein und wägt die Asche.

g) Die Berechnung ist nun folgende:

1) Die Menge folgender Bestandtheile wurde unmittelbar aus gewogenen Kartoffelmengen bestimmt, und ist somit geradezu in Procenten ausdrückbar (die Zahlen sind beispielsweise angenommen).

Faser	6,00
Stärkemehl . .	15,00
Aschenbestandtheile	1,00
Wasser	72,94.

*) Statt mit Malzaufguß zu erwärmen, kann man auch mit sehr verdünnter Schwefelsäure kochen.

2) Beim Anrühren der 100 Grm. zerriebener Kartoffeln mit 300 Grm. Wasser wurden erhalten 400 Grm. Masse, welche also vertheilbar sind:

Faser und Stärkemehl	21
Wasser und lösliche Substanzen (Saft)	379
Ganze Masse	400

3) 200 Grm. dieses Saftes gaben Eiweiß, sagen wir 1,20 Grm., in 379 sind somit enthalten:

$$200 : 1{,}20 = 379 : 2{,}27;$$

da aber die 379 Grm. Saft herrühren von 100 Grm. Kartoffeln, so drücken die 2,27 Grm. Eiweiß geradezu die Procente aus.

4) 100 Grm. des vom Eiweiß befreiten Saftes gaben endlich sonstige organische Substanzen (Gummi, Aepfelsäure ꝛc.) und Salze, sagen wir 1,000 Grm., 379 enthalten somit 3,79. Ziehen wir von diesem Procentgehalt ab die Aschenbestandtheile mit 1 Proc., so drückt der Rest die Menge der sonstigen organischen Bestandtheile sehr annähernd aus.

Zusätze:

Diese Methode der Kartoffelanalyse geht rasch, und ist genauer als die gewöhnlich angewandte, wobei man Stärkemehl und Faser in der Weise bestimmt, daß man die zerriebene Kartoffelmasse in einem groben Tuche mit Wasser knetet, bis dies klar abläuft, alsdann den Rückstand als Faser, den sich aus dem trüben Wasser beim Stehen abscheidenden Niederschlag als Stärkemehl in Rechnung bringt. —

Krocker kocht zur Bestimmung des Stärkemehles in Kartoffeln, wie überhaupt in stärkemehlhaltigen Substanzen (Mehl, Getreide, Hülsenfrüchte ꝛc.) kocht, gewogene Mengen mit Wasser, setzt einige Tropfen verdünnter Schwefelsäure zu, kocht, dampft die entstandene Zuckerlösung zur dünnen Syrupdicke ab, setzt zur Abstumpfung der freien Schwefelsäure eine concentrirte Lösung von neutralem weinsaurem Kali zu (wodurch schwefelsaures und saures weinsaures Kali gebildet wird), und bestimmt den Zuckergehalt durch Gährung nach der, im §. 442 unter b besprochenen Methode. — Hierbei ist zu bemerken, daß die Krocker'sche Verfahrungsweise nur dann den Stärkegehalt kennen lehrt, wenn die Substanzen weder Zucker, noch Gummi, Pektin oder andere, durch verdünnte Schwefelsäure in Zucker überführbare, Körper enthalten. — Wählt man die Krocker'sche Methode zur Bestimmung des Stärkemehles, und macht man ferner eine Stickstoffbestimmung der Substanz, so schlägt man den Weg ein, auf welchem Horsford und Krocker die Resultate erhalten haben, welche im zweiten Abschnitte der Abtheilung III. unter ihren Namen aufgeführt sind.

III. Analyse der Milch.

§. 444.

Von den verschiedenen zur Analyse der Milch vorgeschlagenen Methoden ist die von Haidlen, ihrer Einfachheit halber, besonders empfehlenswerth. Sie wird also ausgeführt:

Man befeuchtet gebrannten Gyps mit Wasser, zerreibt die bröckliche Masse und trocknet sie im Wasserbade vollkommen. — Man wägt alsdann 10 Grm. des Pulvers ab, bringt es in eine Porzellanschale, gießt 50 Grm. der zu analysirenden Milch hinzu, rührt um, kocht (wodurch Gerinnung der Milch eintritt),

dampft ein, trocknet bei 100° und wägt. Was der Rückstand mehr wiegt als 5 Grm. ist die Menge der fixen Bestandtheile der Milch im Ganzen. — Man bringt nun die Masse (oder einen gewogenen Theil derselben) in ein gewogenes Kölbchen, behandelt wiederholt mit Aether, bis alle Butter gelöst ist, trocknet, wägt und findet den Gehalt an Butter als Gewichtsabnahme. — Den Rückstand erschöpft man, unter Erwärmung, mit Weingeist von 0,85 spec. Gewicht, welcher den Milchzucker, ferner Chlorkalium und Chlornatrium löst, trocknet wieder, wägt und bestimmt deren Menge als Gewichtsverlust. Im Kölbchen bleibt der Käsestoff, der Gyps und die phosphorsauren Salze.

Bei diesem Verfahren erhält man somit folgende Rubriken:

Butter
Milchzucker und in Weingeist lösliche Salze,
Käsestoff und in Weingeist unlösliche Salze,
Wasser.

Zusatz: Verfälschungen der Milch und ihre Entdeckung. Die Milch wird bekanntlich oft betrügerischerweise mit Wasser verdünnt und sonst verfälscht. Es ist wichtig, Mittel zu kennen, diese Verfälschungen zu entdecken; nicht minder wichtig aber auch, sich gegen Anwendung von Prüfungsmitteln wahren zu können, welche zuweilen in der besten Absicht gebraucht werden, deren Anwendung aber nicht geeignet ist, sichere Resultate zu liefern. Zu letzteren gehört vor Allem die Bestimmung des specifischen Gewichtes, welche schlechterdings kein entscheidendes Resultat geben kann, weil die Milch in ihrer Zusammensetzung nicht völlig constant ist und theils Substanzen (Milchzucker, Salze 2c.) enthält, welche ihr specifisches Gewicht erhöhen, theils solche (Butter), welche es erniedrigen. — Kaum genauer kann die zuweilen angewendete Stahlprobe genannt werden, bei der man aus der Art, wie Milch an einem blanken Stahl abläuft, auf Unverfälschtheit oder Verdünnung mit Wasser glaubt schließen zu können.

Am sichersten geht man immer, wenn man eine Analyse nach der oben angegebenen Weise macht; diese Methode ist nur leider für den polizeilichen Gebrauch etwas zu umständlich. Für diesen verdient wohl Donné's Galaktoskop empfohlen zu werden. Es ist ein Instrument, welches gestattet, durch eine Milchschicht hindurchzusehen, deren Länge mit Hülfe einer Mikrometerschraube vergrößert, verringert und gemessen werden kann. Man sieht durch dasselbe nach einer Lampenflamme von bestimmter Stärke und verkürzt die Milchschicht, bis dieselbe das Licht erblicken läßt. — Man erkennt leicht, daß eine Milch um so durchsichtiger sein wird, je weniger Milchkügelchen und je mehr Wasser sie enthält. —

Wurde die Milch statt mit Wasser mit Hafergrützenbrühe, Reisschleim, dünnem Stärkekleister 2c. vermischt, so wird sie bei Zusatz von Jodlösung blau. — Beimengungen von Substanzen, wie zerriebenes Hammelshirn 2c. (was in Paris beobachtet wurde) werden am leichtesten entdeckt, wenn man die Milch unter dem Mikroskope betrachtet.

IV. Analyse der Acker- oder Walderde.

§. 445.

Es bleibt uns endlich noch die Besprechung der quantitativen Bodenanalyse übrig. Was dieselbe leisten muß, wenn sie Werth haben soll, wurde in der Agriculturchemie besprochen; wir haben daselbst gesehen, daß es bei einer Boden-

analyse nicht nur auf die Bestimmung der Art und Menge, sondern auch auf die des Zustandes und der Verbindungsweise der Bestandtheile ankommt, und gleichzeitig Gelegenheit gehabt zu bemerken, daß eine Analyse, welche nur die der Menge nach vorwaltenden Bestandtheile: Steine, Sand, Thon, kohlensauren Kalk, organische Substanzen bestimmt, den gegenwärtigen Anforderungen nicht mehr genügen kann. — Eine vollständige Analyse im eben ausgesprochenen Sinne ist aber keine der leichteren Aufgaben der chemischen Analyse; auch ist es der Mannigfaltigkeit der Fälle halber schwierig, den Gang der Untersuchung, der theils in das Gebiet der unorganischen, theils in das der organischen Analyse gehört, in allgemeinen Umrissen darzustellen, ohne der Gründlichkeit und Richtigkeit der Sache Eintrag zu thun. Ich verweise daher in Betreff dieses Gegenstandes auf meine Anleitung zur quantitativen chemischen Analyse, zweite Auflage Seite 414, woselbst der Gegenstand ausführlich und, wie ich hoffe, faßlich dargestellt ist.

Anhang.

1) Das französische Maß und Gewicht.

Längenmaße.		Flächenmaße.	
Name.	Zahl.	Name.	Zahl.
1 Myriameter .	10000 Meter.	1 Myriare . .	10000 Ares.
1 Kilometer . .	1000 »	1 Kilare . . .	1000 »
1 Hektometer. .	100 »	1 Hektare. . .	100 »
1 Dekameter . .	10 »	1 Dekare . . .	10 »
1 Meter . . .	1 »	1 Are	1 »
1 Decimeter . .	0,1 »	1 Deciare . .	0,1 »
1 Centimeter. .	0,01 »	1 { Centiare / Mètre carré }	0,01 »
1 Millimeter. .	0,001 »		

Hohlmaße.		Gewichte.	
Name.	Zahl.	Name.	Zahl.
1 Kiloliter . .	1000 Liter.	1 Myriagramme	10000 Grm.
1 Hektoliter . .	100 »	1 Kilogramme .	1000 »
1 Dekaliter . .	10 »	1 Hektogramme .	100 »
1 Liter . . .	1 »	1 Dekagramme .	10 »
1 Deciliter. . .	0,1 »	1 Gramme . .	1 »
1 Centiliter . .	0,01 »	1 Decigramme .	0,1 »
		1 Centigramme .	0,01 »
		1 Milligramme .	0,001 »

2) Vergleichung des französischen Maßes und Gewichts mit dem deutscher Länder.

(Aus Nagel's Rechnungstabellen.)

	1 Meter ist gleich	1 Hektare ist gleich	1 Hektoliter ist gleich	1 Kilogramme ist gleich
Oesterreich.	3 Fuß 1 Zoll 11 Linien.	1 Juchart 1179 Q.=Klafter 30 Q.=Fuß.	1 Metzen 2 Viertel 1 Achtel, oder 1 Eimer 3 Viertel 2½ Seidel.	1 Pfund 25 Loth ½ Drachme.
Preußen.	3 Fuß 2 Zoll 3 Linien.	3 Morgen 164 Q.=Ruth. 142 Q.=Fuß 95 Q.=Zoll.	1 Scheff. 13 Metzen ½ Viertel, oder 87⅓ Quart.	2 Pfund 4 Loth 1⅔ Quentchen.
Königreich Sachsen.	3 Fuß 6 Zoll 5 Linien.	1 Acker 242 Q.=Ruth. 18 Q.=Fuß.	3 Viert. 3 Metzen oder 1 Eimer 34 Kannen 1½ Nösel.	2 Pfund.
Baiern.	3 Fuß 5 Zoll 1 Linie.	2 Morgen 373 Q.=Ruth. 95 Q.=Fuß.	2 Metzen 1 Viertel 1⅗ Mäßel, oder 1 Eimer 29 Maß 2 Seidel.	1 Pfund 25 Loth ½ Quint.
Würtemberg.	3 Fuß 4 Zoll 9 Linien.	3 Morgen 1 Achtel 18 Q.=Ruth. 37 Q.=Fuß	4 Simri 2 Vierling ½ Eklen, od. 5 Imi 4 Maß 2 Schoppen.	2 Pfund 4 Loth 2 Quint.
Baden.	3 Fuß 3 Zoll 3 Linien.	2 Morgen 311 Q.=Ruth. 11 Q.=Fuß 11 Q.=Zoll.	6 Sester 6 Meßlen 7 Becher, oder 66 Maß 7 Glas.	2 Pfund.
Hessen=Darmstadt.	4 Fuß.	4 Morgen.	3 Simmer 2 Gescheid oder 50 Maß.	2 Pfund.
Nassau.	2 Fuß (Feldmaß).	4 Morgen.	3 Viernsel 2 Kumpf 3 Gescheid oder 59 Maß.	2 Pfund.
Schweiz.	3 Fuß 3 Zoll 3 Linien.	2 Juchart 311 Q.=Ruth. 11 Q.=Fuß 11 Q.=Zoll.	6 Viertel 7 Immi, oder 66⅔ Maß.	2 Pfund.

Alphabetisches Register.

(Die Ziffern bezeichnen die Seiten.)

A.

Absolutes Gewicht 9.
Ackerboden, allgemeine Natur 485.
Ackererde, Analyse 627 u. 645.
Ackererde, Entstehung 487.
Ackerkrume 487.
Aconitin 232.
Adhäsionskraft 5.
Aepfelsäure 225.
Aepfelsäure, Nachweisung 630.
Aether 363.
Agriculturchemie 7 u. 485.
Aequivalente der Elemente 17.
Aequivalente der Verbindungen 18.
Aggregatzustände 8.
Alaun 152.
Albumin, siehe Eiweiß.
Aldehyd 365.
Alkalien 100.
Alkalische Erden 100 u. 130.
Alkaloide 228.
Alkohol 359.
Alkohol, Bestimmung 639.
Alkoholometer 362.
Aloin 275.
Aluminium 149.
Ameisensäure 389.
Amid 129.
Ammoniak 129.
Ammonium 124.
Ammoniumoxyd (Ammon) 126.
Ammon, kohlensaures 127.
Ammon-Magnesia, phosphorsaure 148.
Ammon, Reaktionen 615.
Ammon, salpetersaures 128.
Ammonsalze im Boden 498.
Ammon, schwefelsaures 128.
Ammon, schwefelsaur., proc. Zusatz 537.
Amorphe Körper 9.
Amygdalin 264.
Analyse, chemische 609.
Analyse, Gang der qualitativen 621.
Analyse, qualitative 37 u. 612.
Analyse, quantitative 37 u. 631.
Anthracit 47.
Antimon 182.
Anziehungskraft, chemische 5.
Apatit 140.
Appert'sche Conservationsmethode 380.
Arsen 183.
Arsenige Säure, Reaktionen 618.
Arsenverbindungen 185.
Asche 213.
Asphalt 411.
Athmungsproceß der Thiere 469.
Atmosphärische Luft 91.
Atropin 232.
Aufbewahrung fäulnißfähiger Substanzen 378.
Augit 493.

B.

Bachwasser 195.
Baryt 130.
Baryt, kohlensaurer 133.
Baryt, salpetersaurer 133.
Baryt, schwefelsaurer 132.
Baryum 130.

Basalt 495.
Basische Salze 32.
Bauchspeichel 425.
Beerenobst 338.
Benzoësäure 226.
Bergtheer 411.
Berlinerblau 167.
Bernsteinsäure 226.
Berthier's Methode zur Bestimmung des Heizeffects der Brennmaterialien 397.
Bier, Analyse 639. 642.
Bier, Wesen, Haltbarkeit, Güte ꝛc. desselben 553—561.
Bilin 438.
Bittermandelöl 264.
Bitterstoffe 274.
Blattgrün 273.
Blausäure 89.
Blei 173.
Bleiessig 368.
Bleiglanz 173.
Bleioxyde 174.
Bleioxyd, essigsaures 368.
Bleioxyd, kohlensaures 176.
Bleioxyd, Reaktionen 618.
Bleiweiß 176.
Bleizucker 368.
Blut 419.
Blutkügelchen 421.
Blutlaugensalz 166.
Blutwasser 422.
Boden 485.
Bodenarten, Eigenschaften 499.
Bodenarten, Eintheilung 489.
Boden, mechanische Bearbeitung 515.
Bor 56.
Borax 120.
Borsäure 57.
Botanik 3.
Brache 516.
Brandöl und Brandharz 390.
Branntwein 563.
Branntwein, Destillation 566.
Branntwein, Entfuselung, Verfälschungen ꝛc. 567.
Branntweinmeische 563.
Branntweinmeische, Gährung derselben 565.
Brauen 556.
Braunkohlen 47 u. 408.
Braunstein 169.
Brechweinstein 223.
Brennmaterialien und Heizung 393.
Brod, Bereitung ꝛc. 582.
Brodsurrogate 586.
Brom 86.
Brucin 230.
Brunnenwasser 193.
Brunnenwasser, Analyse 626.
Buchweizen 305.
Butter 459.
Butter, Bestimmung 644.
Butter, Ranzigwerden 461.
Butter, Verfälschung 462.
Buttersäure 375 u. 460.

C.

Caffeïn 231.
Calcium 134.
Calorimetrische Methoden 396.
Caprinsäure 460.
Capronsäure 460.
Caprylsäure 460.
Caseïn 456.
Caseïn, Bestimmung 644.
Cedriret 390.
Cellulose 276.
Cerebrinsäure 426.
Chemie 4.
Chemie, analytische 7.
Chemie, praktische 7.
Chemie, synthetische 7.
Chemie, technische 7.
Chemie, theoretische 7.
Chemie und ihre Zweige 6.
Chemische Verbindungen 15.
Chemische Zeichen 19.
Chilisalpeter 120.
Chilisalpeter, proc. Zus. 538.
Chinin 230.
Chlor 76.
Chlor, Bleichen damit 84.
Chloramnonium 124.
Chlorammonium, proc. Zus. 537.
Chlorbaryum 133.
Chlorcalcium 143.
Chlorhydrat 78.
Chloride 82.
Chlorit 492.
Chlorkalium 116.
Chlorkalium, proc. Zus. 537.
Chlorkalk 144.
Chlormagnesium 148.
Chlormetalle 78.
Chlornatrium 122.
Chlornatrium, proc. Zus. 537.
Chlorophyll 273.
Chlorverbindungen im Boden 496.
Chlorwasser 78.
Chlorwasserstoff 79.
Chlorwasserstoffsäure, Reaktionen 620.
Chlorüre 82.
Cholsterin 425.
Chondrin 429.

Chrom 186.
Chrysen 390.
Chylus 424.
Cinchonin 230.
Citronensäure 223.
Citronensäure, Nachweisung 630.
Cohäsionskraft 5.
Colchicin 232.
Colophonium 267.
Coniin 232.
Cultur der Pflanzen 485.
Curcumin 271.
Cyan 56 u. 88.
Cyanwasserstoff 89.

D.

Dahlin 237.
Dammerde 381.
Darrmalz 554.
Daturin 232.
Decrepitiren 38.
Destillation 40.
Destillation, trockene 387.
Dextrin 236.
Dextrin, Erkennung 629.
Diamant 47.
Diastase 373.
Dichtigkeit 9.
Diorit 495.
Dornstein 123.
Dünger 521.
Düngsalz 123.
Düngung 517.
Düngungsversuche 525.

E.

Edukt 21.
Ei, Eigelb, Eiweiß 464.
Eier, Aufbewahrung 466.
Einmeischen (beim Bier) 556.
Eisen 157.
Eisenchlorid 165.
Eisenchlorür 165.
Eisenferrocyanid 167.
Eisenoxyd 162.
Eisenoxyd, essigsaures 368.
Eisenoxyd, phosphorsaures 162.
Eisenoxyd, Reaktionen 617.
Eisenoxyd, schwefelsaures 162.
Eisenoxydhydrat 162.
Eisenoxydul 160.
Eisenoxydul, kieselsaures 162.
Eisenoxydul, kohlensaures 160.
Eisenoxydul, Reaktionen 617.
Eisenoxydul, schwefelsaures 161.
Eisenvitriol 161.
Eiweiß, Bestimmung 643.
Eiweiß, animalisches 422 u. 464.
Eiweiß, vegetabilisches 278.
Elaidin 560.
Elaidinsäure 256.
Elemente 10.
Elementaranalyse, organische 636.
Emetin 232.
Emulsin 265 u. 280.
Entzündungstemperatur 28.
Erbse 307.
Erden 100.
Erklärung der Naturerscheinungen 6.
Ernährungsproceß der Pflanzen 485.
Ernährungsproceß der Thiere 469.
Erschöpfung des Bodens und Ertrag 532.
Erstarrungspunkt 8.
Ertrag und Erschöpfung des Bodens 532.
Essig 570.
Essig, concentrirter 390.
Essig, Prüfung 642.
Essigsäure 365.
Essigsäure, Nachweisung 630.
Eupion 390.
Excremente 450.

F.

Faserstoff, Bestimmung in Kartoffeln 643.
Farbstoffe 269.
Färben mit Pflanzenfarben 274.
Färbepflanzen 331.
Fäulniß 216 u. 376.
Feldbohne 312.
Fermentole 370.
Ferridcyan 168.
Ferrocyan 167.
Ferrocyanwasserstoffsäure 167.
Fett 439.
Fette Körper, einfache 250.
Fette Körper, einfache nicht allgemein verbreitete 257.
Fette Oele, Darstellung 593.
Fette Oele, Einwirkung der Salzbasen darauf 256.
Fette Oele, Reinigung 593.
Fibrin 420.
Fleisch 430.
Fleisch, Aufbewahrung 434.
Fleisch, Zubereitung 432.
Fluor 87.
Fluorcalcium 145.
Fluorverbindungen im Boden 497.
Fluorwasserstoff 87.
Fluorwasserstoffsäure, Reaktion. 620.

Flußwasser 195.
Flüssigkeiten 8.
Forstbäume 341.
Fruchtzucker 247.
Fumarsäure 225.
Fuselöle 370.
Futtergewächse 333.

G.

Gährung 216.
Gährung, Buttersäure- 375.
Gährung, Dextrin- und Zucker- 372.
Gährung, geistige 352.
Gährung, geistige, Produkte derselben 357.
Gährung, Milchsäure- 374.
Gährung, schleimige 372.
Gährungsöle 370.
Galle 438.
Gallertartige Stoffe 241.
Gallussäure 228.
Gänsefett 440.
Gase 8.
Geïnsäure 384.
Gemenge 10.
Gerbesäure 227.
Gerste 292.
Gespinnstpflanzen 328.
Getreide, Analyse 644.
Getreidefuselöl 371.
Gewerbspflanzen 324.
Gewichte 647.
Gewürzpflanzen 332.
Glas 141.
Glaubersalz 121.
Glockengut 180.
Glycerin 252.
Glycyrrhizin 248.
Gold 190.
Gradiren 123.
Granit 494.
Graphyt 47.
Gräser 335.
Grubengas 55.
Grünspan 369.
Grünstein 495.
Guano 523.
Gummi 239.
Gummi, Erkennung 629.
Gummiharze 266.
Gußeisen 158.
Gyps 138.
Gyps, proc. Zus. 538

H.

Hafer 295.
Halmfrüchte, eigentliche 538.
Halmfrüchte, uneigentliche 300.
Haloidsalze 79.
Hämatin 422.
Handelspflanzen 324.
Hanf 328.
Hanföl 259.
Harn 442.
Harn, Fäulniß des 449.
Harn des Menschen 442.
Harn der Thiere 444.
Harnsäure 442 u. 447.
Harnstoff 442 u. 447.
Harze 266.
Hefe 358.
Heizung und Brennmaterialien 393.
Hippursäure 443 u. 448.
Hirse 303.
Holz, Produkte der trockenen Destillation 388.
Holz, Schützen gegen Verwesung 386.
Holzessig 389.
Holzgeist 389.
Holzsubstanz 276.
Honig 467.
Hopfen 332.
Hopfenöl 265.
Hornblende 493.
Hülsenfrüchte 307.
Hülsenfrüchte, Analyse 644.
Humin 384.
Huminsäure 384.
Huminsubstanz 383.
Humusbildung 380.
Hydrate 38.
Hydratwasser 38.
Hyoscyamin 232.
Hyperoxyd 30.
Hypothesen 6.

I.

Imponderabilien 5.
Indifferente Oxyde 29.
Indigo 272.
Inulin 237.
Jod 86
Isomere Körper 225.

K.

Kali 101.
Kali, chlorsaures 113.
Kali, essigsaures 368.
Kali, kieselsaures 111.
Kali, kieselsaur. proc. Zus. 537.
Kali, kleesaures 107.
Kali, kohlensaures 105.
Kali, kohlensaur., proc. Zus. 537.

Kali, phosphorsaures 113.
Kali, Reaktionen 615.
Kali, salpetersaures 108.
Kali, salpetersaur., proc. Zus. 537.
Kali, schwefelsaures 112.
Kali, schwefelsaures, proc. Zus. 537.
Kali, stearinsaures 254.
Kali, weinsteinsaures, neutr. 221.
Kali, weinsteinsaures, saur. 222.
Kalifeldspath 491.
Kaliglimmer 492.
Kalihydrat 104.
Kalilauge 104.
Kalium 101.
Kalk 134.
Kalk, an der Luft zerfall., proc. Zus. 538.
Kalk, kieselsaurer 141.
Kalk, kohlensaurer 137.
Kalk, kohlensaurer im Boden 495.
Kalk, kohlensaurer, proc. Zus. 538.
Kalk, oxalsaurer 138.
Kalk, phosphorsaurer 139.
Kalk, Reaktionen 616.
Kalk, schwefelsaurer 138.
Kalk, schwefelsaurer, proc. Zus. 537.
Kalk, weinsteinsaurer 222.
Kalkbrei 136.
Kalkhydrat 136.
Kalkhydrat, proc. Zus. 538.
Kalkmilch 136.
Kalkwasser 136.
Kampher 263.
Kanonenmetall 180.
Kapnomor 390.
Kartoffel 319.
Kartoffeln, Analyse 643.
Kartoffelfuselöl 370.
Käse, Fabrikation 597.
Käsestoff, Bestimmung 644.
Kautschuk 269.
Kernobst 336.
Kienöl 605.
Kienruß, Fabrikation 606.
Kiesel 58.
Kieselsäure 59.
Kieselsäure, Reaktionen 620.
Klauenfett 440.
Kleearten 333.
Kleesäure 49.
Klingstein 495.
Knallgas 35.
Knochen 426.
Knochenasche, proc. Zus. 538.
Knochenleim 428.
Knorpel 428.
Kobalt 173.
Kochsalz 122.
Kochsalz, Analyse 632.
Kochsalz, gewöhnl., proc. Zus. 537.
Kohlarten 316.
Kohlenbrennerei 601.
Kohlenoxyd 49.
Kohlensäure 51.
Kohlensäure, Reaktionen 620.
Kohlenstoff 47.
Kohlenstoff, Bezugsquellen für die Pflanzen 502 u. 505.
Kohlenwasserstoffgas, leichtes 55.
Kohlenwasserstoffgas, schweres 55.
Kornöl 372.
Körper 4.
Körper, feste 8.
Kräfte 5.
Krapp, 331.
Kreatin, Kreatinin 431 u. 443.
Kreosot 390.
Krümelzucker 245.
Krystallisirte Körper 8.
Krystallographie 9.
Krystallwasser 38.
Kupfer 178.
Kupferoxyde 179.
Kupferoxyd, essigsaures 369.
Kupferoxyd, Reaktionen 618.
Kupfervitriol 179.

L.

Labrador 492.
Lackfarben 273.
Lackmus 271.
Laubhölzer 345.
Lebenskraft 5.
Leberthran 441.
Leder 429.
Leimgebende Gewebe 428.
Leim 328.
Leindotter 327.
Leinöl 259.
Leinsamen 327.
Legumin 279.
Leuchtgas 412.
Leuchtmaterialien 412.
Lignin 276.
Linse 309.
Liqueure, Analyse 639.
Löslichkeitsverhältnisse unorganischer Verbindungen 210.
Lösungen, wässerige 39.
Löthrohr 612.
Luft, atmosphärische 91.
Luft, atmosphärische, Bestandtheile 91.
Luft, atmosph., Verbrauch u. Ersatz 95.
Luft, atmosph., Verhältniß der Bestandtheile 93.
Luft, Verbrennen darin 98.
Luft, verdorbene 96.

Luftmalz 554.
Luftmörtel 136.
Lutter 566.
Lymphe 424.

M.

Madia 327.
Madiaöl 259.
Magensaft 437.
Magnesia 145.
Magnesia, englische 147.
Magnesia, kieselsaure 148.
Magnesia, kohlensaure 146.
Magnesia, phosphorsaure 147.
Magnesia, schwefelsaure 147.
Magnesia, schwefelsaure, proc. Zus. 538.
Magnesia, Reaktionen 616.
Magnesia, weiße 147.
Magnesia, weiße, proc. Zus. 538.
Magnesiaglimmer 492.
Magnesiahydrat 146.
Magnesit 145.
Magnesium 145.
Magnetkies 491.
Mais 300.
Maleïnsäure 225.
Malzen 554.
Malz, Schroten desselben 556.
Mandeln 341.
Mandelöl 258.
Mangan 169.
Manganoxydul, Reaktionen 617.
Manganverbindungen 170.
Mannit 248.
Margarin 250.
Margarinsäure 253 u. 255.
Maße 647.
Meerwasser 196.
Mehl 579.
Mehl, Analyse 643.
Metalle 11.
Metalle, edle 100.
Metalle, Eintheilung 100.
Metalle, leichte 100.
Metalle, schwere 100.
Metalle, unedle 100.
Metalloide 11.
Metaphosphorsäurehydrat 73.
Messing 180.
Milch 453.
Milch, Analyse 644.
Milch, Salze derselben 459.
Milch, Sauerwerden 463.
Milch, Verfälschungen 645.
Milchkügelchen 455.
Milchsäure 374.
Milchsäure, Nachweisung 630.
Milchzucker 458.
Milchzucker, Bestimmung 644.
Mineralogie 3.
Mineralquellen 195.
Mischungen 14.
Moder 381.
Mohn 326.
Mohnöl 259.
Möhren 316.
Moosstärke 238.
Morphin 229.
Mörtel 136.
Mörtel, hydraulischer 142.
Muskeln 430.
Myronsäure 265.
Myrosin 265.

N.

Nadelhölzer 343.
Nahrungsmittel, rohe und gekochte 484.
Nahrungsmittel und ihr relativer Werth 475.
Natrium 117.
Natrolith 491.
Natron 118.
Natron, borsaures 120.
Natron, essigsaures 368.
Natron, kieselsaures 121.
Natron, kohlensaures 118.
Natron, phosphorsaures 121.
Natron, Reaktionen 615.
Natron, salpetersaures 120.
Natron, salpetersaures, proc. Zus. 537.
Natron, schwefelsaures 121.
Natron, schwefelsaures, proc. Zus. 537.
Natron, stearinsaures 254.
Natronfeldspath 491.
Natronhydrat 118.
Natron-Kali, weinsteinsaures 223.
Natur 3.
Naturbeschreibung 3.
Naturgesetze 3.
Naturlehre 3.
Naturwissenschaften 3.
Nervensystem 425.
Neusilber 180.
Neutrale Salze 31.
Nickel 173.
Nicotin 231.
Nüsse 341.
Nußöl 259.

O.

Oberhaut 436.
Obsttragende Gewächse 336.
Obstweine 553.
Obstweine, Analyse 639.
Oenanthäther 371.
Oele, ätherische 261.

Oele, fette 249.
Oele, fette, nicht trocknende 258.
Oele, fette, trocknende 259.
Oleïn 251.
Oleïnsäure 253 u. 255.
Oelgewächse 324.
Olin 251.
Olinsäure 253 u. 256.
Olivenöl 258.
Oelsüß 252.
Oxalsäure 49.
Oxalsäure, Reaktionen 619.
Oxyd 30.
Oxyde 27.
Oxydation 27.
Oxydationsflamme 613.
Oxydul 30.
Oxyproteïn 458.
Oleophosphorsäure 426.

P.

Paraffin 390.
Pech, burgundisches 267.
Pech, Fabrikation 605.
Pektin 241.
Pektinige Säure 241
Pektinsäure 242.
Pfannenstein 123.
Pflanzenbasen 228.
Pflanzeneiweiß 278.
Pflanzenleim 279.
Pflanzensäuren 219.
Pflanzenschleim 239.
Pflanzen-Verwesungsprodukte im Boden 496.
Pflanzenwachse 260.
Phonolith 295.
Phosphor 70.
Phosphor, Bezugsquellen für die Pflanzen 503 u. 510.
Phosphorgehalt der Feldfrüchte 349.
Phosphorige Säure 71.
Phosphorsäure 72.
Phosphorsäure, Reaktionen. 619.
Phosphorsaure Salze im Boden 497.
Phosphorteig 71.
Phosphorwasserstoffe 76.
Physik 4.
Physiologie 4.
Picamar 390.
Pikrotoxin 232.
Piperin 231.
Pittakal 390.
Platin 191.
Platinverbindungen 191.
Pollenin 281.
Potasche 106.
Potasche, calcin., proc. Zus. 537.
Potasche, Fabrikation 599.
Potasche, Prüfung 634.
Produkt 21.
Proteïn 457.
Pyren 390.
Pyrophosphorsäurehydrat 73.

Q.

Quecksilber 187.
Quecksilberverbindungen 187.
Quellwasser 193.
Quellsatzsäure 385.
Quellsäure 385.

R.

Radikal, zusammengesetztes 56.
Raps 324.
Rapsöl 258.
Rasenbleiche 387.
Reaktion 133.
Reaktion, alkalische und saure 29.
Reagens 132.
Reduction 36.
Reductionsflamme 613.
Regenwasser 192.
Reibzünder 70.
Reif 192.
Reifen des Obstes 338.
Reis 299.
Roggen 288.
Roheisen 158
Rohrzucker 243.
Rohrzucker, Fabrikat. 588.
Rohzucker, Fabrikat. 588.
Rohschwefel 61.
Rosten 28.
Rüben 316.
Rüben, als Oelgewächse 324.
Rübsen 324.
Rübsenöl 258.
Runkelrübenzucker, Fabrikat. 589.
Ruß 392.

S.

Salicin 275.
Salmiak 124.
Salpeter 108.
Salpetersäure 42.
Salpetersäure, Reaktionen 620.
Salpetrige Säure 45.
Salze, borsaure 57.
Salze, kieselsaure 60.
Salze, kohlensaure 54.
Salze, oxalsaure 51.
Salze, phosphorsaure 73.
Salze, salpetersaure 44.
Salze, schwefelsaure 67.

Salze, unorganische, Bezugsquellen für die Pflanzen 504 u. 510.
Salzsäure 79.
Sand im Boden 490.
Sättigungscapacität 32.
Sättigungspunkt 15.
Sauerstoff 25.
Sauerstoff, Bezugsquellen für die Pflanzen 503 u. 508.
Sauerstoffbasen 29.
Sauerstoffbasen, Benennung 30.
Sauerstoffdoppelsalze 32.
Sauerstoffsalze 29.
Sauerstoffsäuren 29.
Sauerstoffsäuren, Benennung 30.
Sauerstoffverbindungen 27.
Säure, freie, Bestimmung 640.
Saure Salze, 32.
Säuren, mehrbasische 72.
Schalenobst 341.
Schaumweine 548.
Scheidewasser 44.
Schießpulver 109.
Schleimzucker 247.
Schlempe 566.
Schmelzpunkt 8.
Schmiedeeisen 158.
Schminkbohne 311.
Schneewasser 192.
Schnellessigfabrikation 572.
Schönen der Weine 548.
Schwefel 61.
Schwefel, Bezugsquellen für die Pflanzen 503 u. 510.
Schwefelammonium 128.
Schwefelbaryum 131.
Schwefelblei 177.
Schwefelblumen 61.
Schwefelcalcium 143.
Schwefeleisen 163.
Schweflige Säure 63.
Schwefelgehalt der Feldfrüchte 349.
Schwefelkalium 114.
Schwefelkies 165 u. 494.
Schwefellebern 115.
Schwefelmilch 116.
Schwefelsäure 65.
Schwefelsäure, Reaktionen 619.
Schwefelsaure Salze im Boden 496.
Schwefelwasserstoff 68.
Schwefelwasserstoff, Reaktionen 620.
Schweineschmalz 440.
Schweinfurter Grün 369.
Schweiß 452.
Schwerkraft 5.
Seide 469.
Seife 253.
Seife, Fabrikation 594.
Senf, schwarzer und weißer 326.
Senföl, ätherisches 265.
Senföl, fettes 259.
Siedepunkt 8.
Silber 188.
Silberverbindungen 189.
Silicium 58.
Soda 119.
Soda, calcinirte, proc. Zus. 538.
Solanin 231.
Soolsalz 122.
Sonnenblumen 327.
Specifisches Gewicht 9.
Speichel 437.
Spießglanz 182.
Stabeisen 158.
Stahl 158.
Stangenschwefel 61.
Stärkegummi 236.
Stärkemehl 233.
Stärkemehl, Bestimmung 643.
Stärkemehl, Fabrikation 2c. 575.
Stärkemehlarten, Unterschied 578.
Stärkezucker 245.
Stärkezucker, Fabrikat. 591.
Stearin 250.
Stearinsäure 252 u. 253.
Steinkohlen 47 u. 408.
Steinobst 337.
Steinöl 411.
Steinsalz 122.
Stickoxydgas 45.
Stickstoff 40.
Stickstoff, Bezugsquellen für die Pflanzen 503 u. 508.
Stickstoffbestimmung 637.
Strontium 134.
Sublimation 50.
Suboxyd 30.
Sulpho-Basen und Säuren 63.
Sulphurete, saure, basische 2c. 63.
Sumpfgas 55.
Superoxyd 30.
Strychnin 230.

T.

Taback 329.
Talg 440.
Tannenharz 267.
Technische Pflanzen 329.
Terpentin 267.
Terpentinöl 263.
Thau 192.
Theer, Fabrikation 605.
Thein 231.
Theobromin 232.
Thierchemie 418.
Thon im Boden 490.

Thonerde 150.
Thonerde, kieselsaure 153.
Thonerde, schwefelsaure 151.
Thonerdedoppelsalze, kieselsaure 154.
Thonerdehydrat 151.
Thonwaaren 154.
Tinkal 57.
Topinambur 323.
Torf 407.
Traubenzucker 245.

U.

Ueberpektinsäure 241.
Ueberoxyd 30.
Ulmin 384.
Ulminsäure 384.
Ulminsubstanz 383.
Unkräuter 347.
Unterchlorige Säure 144.
Untergrund 487.
Untersalpetersäure 43.

V.

Veratrin 230.
Verbindungen 10.
Verbindungen der ersten, zweiten, dritten ꝛc. Ordnung 12.
Verbindungen, organische 13.
Verbindungen, unorganische 13.
Verbindungsgesetze 15.
Verbrennen 27.
Verbrennung bei Zutritt der Luft 391.
Verbrennungshitze 28.
Verdauung 472.
Verdichtungspunkt 8.
Verknistern 38.
Verseifung 251.
Versuche 4.
Verwandtschaft, chem. 5 u 13.
Verwesen 28.
Verwesung 216.
Verwesungsprocesse vegetabilischer Körper 380.
Verwittern 38.
Verwitterung 487 u. 490.
Viehsalz 123.
Vitriolöl 67.

W.

Wachs 468.
Wachsen der Pflanzen im Kulturzustande 514.
Wachsen der Pflanzen im Naturzustande 511.
Wahlverwandtschaft 21.
Waldboden, allgem. Natur 485.
Walderde, Analyse 627 u. 645.
Wallfischthran 440.
Wallrath 441.
Wasser 34.
Wasser, hartes und weiches 39.
Wasserbad 37.
Wasserstoff 33.
Wasserstoff, Bezugsquellen für die Pflanzen 502 u. 507.
Wasserstoffsäuren 81.
Wasserstoffsulphid 68.
Wechselwirthschaft 380.
Wein 541.
Wein, Analyse 639.
Wein, Behandl. dess. 546.
Wein, Gährung dess. 543.
Weine, Gehalt und Güte ders. 549.
Weine, gekünstelte 548.
Weine, Krankheiten ders. 551.
Weine, Verfälschung ders. 551.
Weinfermentol 371.
Weingeist 359.
Weingeist, Gehaltstabellen 568.
Weinlese 541.
Weinmost 542.
Weinstein 222.
Weinsteinsäure 219.
Weinsteinsäure, Nachweisung 630.
Weinstock 339.
Weizen 285.
Wicke 314.
Wismuth 180.
Würze, Concentrationstabelle 558.
Würze, Darstellung 556.
Würze, Gährung ders. 559.
Würze, Kochen und Hopfen ders. 558.
Wurzelgewächse 316.

X.

Xanthophyll 273.

Z.

Zellensubstanz 276.
Zersetzung chem. Verbind. 21.
Zersetzungsprocesse der Pflanzenbestandtheile und Pflanzen 352.
Zink 171.
Zinkoxyd, Reaktionen 617.
Zinkoxyd, schwefelsaures 172.
Zinkvitriol 172.
Zinn 181.
Zinnoxyd, Reaktionen 618.
Zinnoxydul, Reaktionen 618.
Zoologie 3.
Zucker, Bestimmung 641.
Zuckerarten 243.
Zuckerarten, Unterscheidung 629.
Zusammensetzung der Pflanzen 282.

Berichtigungen.

Seite 92 Zeile 1—3 von oben, statt Salpetersäuredampf lies: Salpetersäurehydratdampf, und statt Salpetersäurehydrat lies: mit Wasser verbundenem Salpetersäurehydrat, vergl. §. 43, unten.

» 111 » 12 von unten. Der Feldspath enthält, wenn man das Aeq. des Siliciums zu 184,88 annimmt und der Kieselsäure die Formel SiO_2 giebt, nicht neutrales, sondern dreifach kieselsaures Kali, vergl. §. 127; dagegen enthält der Leucit, Chabasit ꝛc. neutrales Salz (KO, SiO_2).

» 115 » 2 von oben statt O_3 lies O.

» 140 » 19 von unten lies nach Apatit $3(PO_5, 3CaO) + CaCl$ statt $3(CaO, PO_5) + CaCl$.

» 140 » 11 von unten lies, nach Bittererde »oder dem beigemengten phosphorsauren Kalke«.

» 300 oben, unter Handelsreis lies Thénard statt Thnéard.

» 406 Zeile 12 von unten, statt 52,2 lies 68,8 und statt 132,1 lies 173,3.

Vorwort.

Es ist eine von den Vertretern der Land- und Forstwirthschaft längst anerkannte Thatsache, daß die Chemie eine wichtige Grund- und Hülfswissenschaft der genannten Fächer ist; der neueren Zeit aber war es vorbehalten, auf dies Verhältniß mit gesteigerter Schärfe die Blicke zu lenken. — Schon fängt die Gegenwart an, bei der rasch zunehmenden Helle, Früchte der klareren Erkenntniß zu ernten; der volle Schatz aber wird sich erst erschließen, wenn an die Stelle des Morgenrothes der sonnige Tag getreten ist.

Der Zeitpunkt der Ernte rückt um so näher, je redlicher und rüstiger wir nach wahrer Erkenntniß streben, und je mehr sich Landwirthe, Forstwirthe und Chemiker an einander schließen, um mit vereinter Kraft das Ziel zu erreichen. — Streben wir daher eifrig, unverdrossen und mit Begeisterung, aber auch mit Bescheidenheit, Ruhe und klarem Auge; bekämpfen wir das Unwahre in Beobachtung oder Schluß, aber erkennen wir auch die gediegenen Leistungen an, welche jede der zum Zusammenwirken berufenen Wissenschaften aufzuweisen hat. — So und nicht anders wird es gelingen, die Kluft auszufüllen, welche jetzt noch zwischen so vielen Vertretern der einzelnen Fächer sichtbar oder schwach bedeckt offen steht und jedes gemeinsame Streben hindert.

Die Früchte aber, auf welche wir hoffen können, sind zwiefacher Art.

*

Zur ersten Art rechne ich den geistigen Gewinn, welcher aus dem klaren Verständniß der in Land- und Forstwirthschaft vorkommenden Arbeiten und Erscheinungen sich ergiebt und den Fächern ein erhöhtes Interesse verleiht, und ferner den materiellen, welcher aus den gewonnenen klareren Einsichten unmittelbar hervorgeht. — Die Ernte dieser Früchte ist abhängig von dem Grade des Vordringens im Gebiete der Wissenschaft.

Zu den Früchten der anderen Art aber rechne ich das Erlernen der Methode in Beobachtung, Versuch und Schluß, was kaum für ein anderes Fach wichtiger sein kann, als für Land- und Forstwirthschaft, und wozu das Studium keiner Wissenschaft ein geeigneteres Mittel abgiebt als das der Chemie. — Die Ernte der letzteren Früchte ist abhängig von der Art, wie wir das Studium der Chemie betreiben.

Um nun den Unterricht, wie die Selbstbelehrung in der Chemie für Landwirthe, Forstwirthe und Cameralisten, sowie für Freunde dieser Fächer, mit Berücksichtigung des zu erreichenden zwiefachen Nutzens zu erleichtern, habe ich das vorliegende Lehrbuch geschrieben.

Was die Art der Darstellung betrifft, so habe ich versucht, den Leser, so weit es thunlich war, mitten in die Sache hinein zu versetzen und geistig an den Forschungen zu betheiligen, deren Ergebnisse als erworbene Wahrheiten der Wissenschaft zu betrachten sind, und wohl hoffe ich durch diese Art dem Gegenstande ein erhöhtes Interesse verliehen und Verstehen und Behalten mehr erleichtert zu haben, als wenn ich die bekannten Thatsachen als fertig und gegeben hingestellt hätte, gewissermaßen mit der stillschweigenden Bemerkung: so ist es, glaub's! — Auch konnte ich nur bei dieser Art der Darstellung hoffen, eine Ernte an Früchten der oben genannten zweiten Art vorzubereiten. — Durchgehends leitete mich die Ansicht, daß das Verständniß einer Sache nur dadurch erleichtert werden könne, daß sie gründlich, aber möglichst deutlich und einfach, nicht aber dadurch, daß sie oberflächlich dargestellt werde, auch strebte ich nach Klarheit in noch zweifelhaften und unsicheren Gebieten; denn die Ehrlichkeit verlangt eine genaue Scheidung des Gewissen von dem

Hypothetischen, und eine klar ausgesprochene, wenn auch in der Zukunft sich als falsch erweisende, Ansicht scheint mir eine festere Grundlage für wirklichen Fortschritt, als eine dunkle Darlegung, die so und anders gemeint sein und so und anders gedeutet werden kann.

Was den Stoff betrifft, so habe ich das für die in's Auge gefaßten Fächer in ihrem ganzen Umfange Wichtige von dem minder Wichtigen und Entbehrlichen scharf geschieden: das Erstere wurde mit aller Ausführlichkeit, das minder Wichtige hingegen nur kurz abgehandelt, das Entbehrliche blieb weg. — Nur so war es ohne Beeinträchtigung des beabsichtigten doppelten Nutzens möglich, das große Gebiet in leicht übersehbarem Umfange zu bieten, und nur so, glaube ich, darf eine Wissenschaft für die Vertreter anderer Fächer bearbeitet werden, denen sie Hülfswissenschaft, wenn auch wichtigste, ist. —

Chemische Kenntnisse habe ich bei meinen Lesern nicht vorausgesetzt und jeder Abschnitt des ganzen Buches wird ohne Mühe denen klar werden, welche das Vorhergehende gelesen und verstanden haben.

Die Hauptgliederung des Buches ergiebt sich aus folgender Uebersicht:

I. Einleitung in die Chemie.
   1. Allgemeine Grundbegriffe.
   2. Von den Körpern im Allgemeinen.
   3. Von der chemischen Verwandtschaft.

II. Die Elemente und ihre unorganischen Verbindungen.
   1. Die Metalloide und ihre unorganischen Verbindungen.
   2. Die Metalle und ihre unorganischen Verbindungen.

III. Die Chemie der organischen Reiche.
   1. Die organischen Bestandtheile der Pflanzen.
   2. Pflanzen und Pflanzentheile.
   3. Zersetzungsprocesse der Pflanzenbestandtheile u. Pflanzen.
   4. Thierchemie.
   5. Ernährungsproceß und Cultur der Pflanzen mit einem vorangehenden Capitel über den Boden.

IV. Chemische Grundlage der land- und forstwirthschaftlichen Gewerbe.

V. Elemente der chemischen Analyse.

Zu dieser Anführung der Abtheilungen, deren Ueberschriften auf den Inhalt deutlich schließen lassen, habe ich nichts weiter hinzuzufügen, als daß ich bei der Behandlung der Gegenstände nach streng systematischer Ordnung verfahren bin; es finden sich also z. B. bei der Kohlensäure nicht alle Rollen abgehandelt, welche sie in Land- und Forstwirthschaft spielt, sondern erst lernen wir sie kennen, dann erfahren wir bei der Atmosphäre, daß die Kohlensäure Bestandtheil derselben ist, weiter bei dem Ernährungsprocesse der Pflanzen, daß die Kohlensäure diesen theilweise vermittelt u. s. w. Auf diese Weise wird jede Sache an dem Orte besprochen, an welchen sie gehört, und an welchem allein sie völlig verstanden werden kann; auch werden alle unnöthigen Wiederholungen vermieden. — Das beigefügte genaue Inhaltsverzeichniß und das alphabetische Register werden jeden Gegenstand in oder außer dem Zusammenhange mit Leichtigkeit finden lassen.

Und somit sende ich mein Buch aus, möge es den Nutzen stiften, den ich beabsichtigt habe.

Wiesbaden, im December 1847.

Dr. R. Fresenius.

Inhalt.

Erste Abtheilung.

Einleitung in die Chemie.

	§.	Seite
Erster Abschnitt: **Allgemeine Grundbegriffe.**		
A. Natur. — Naturwissenschaften. — Naturgesetze	1	3
B. Körper. — Imponderabilien. — Kräfte	2	4
C. Erklärung der Naturerscheinungen	3	6
D. Chemie und ihre Zweige	4	—
Zweiter Abschnitt: **Von den Körpern im Allgemeinen.**		
A. Das äußere Wesen der Körper.		
1. Aggregatzustand	5	8
2. Krystallisirte und amorphe Körper	6	—
3. Absolutes Gewicht und Dichtigkeit (specifisches Gewicht der Körper)	7	9
B. Das innere Wesen der Körper (ihr Stoff).		
1. Elemente. — Verbindungen. — Gemenge	8	10
2. Zahl und Eintheilung der Elemente	9	—
3. Eintheilung der Verbindungen		
a. Verbindungen der 1sten, 2ten ꝛc. Ordnung . . .	10	12
b. Unorganische und organische Verbindungen . . .	11	13
Dritter Abschnitt: **Von der chemischen Anziehungskraft (chemischen Verwandtschaft).**		
A. Die Wirkung der chemischen Anziehungskraft bedingende oder abändernde Umstände	12	—
B. Die Wirkung der chemischen Anziehungskraft begleitende Erscheinungen	13	14
C. Die Erfolge der chemischen Verwandtschaft.		
1. Mischungen. Chemische Verbindungen	14	—
a. Verbindungsgesetze	15	15
b. Aequivalente der Elemente	16	17
c. Aequivalente der chemischen Verbindungen	17	18
d. Chemische Zeichen	18	19
2. Zersetzung bestehender Verbindungen	19	21
a. Zersetzung durch *eine* Aeußernng der chemischen Anziehungskraft (einfache Wahlverwandtschaft) . . .	—	—
b. Zersetzung durch *zwei* gleichzeitige Aeußerungen der chemischen Anziehungskraft (doppelte Wahlverwandtschaft)	—	22

Zweite Abtheilung.

Die Elemente und ihre unorganischen Verbindungen.

Erster Abschnitt: **Die Metalloide und ihre unorganischen Verbindungen.**

	§.	Seite
1. Sauerstoff	20	25
Sauerstoff-Verbindungen:		
I. Allgemeine Verhältnisse	21	27
II. Eintheilung und Benennung der Sauerstoffverbindungen erster Ordnung	22	29
III. Eintheilung und Benennung der Sauerstoffverbindungen höherer Ordnung	23	31
2. Wasserstoff	24	33
Wasserstoff-Verbindungen	—	34
Wasser	25	—
1. Chemische Verbindungen des Wassers	26	37
2. Mischungen mit Wasser (wässerige Lösungen)	27	39
3. Stickstoff	28	40
Stickstoff-Verbindungen:		
I. Stickstoff und Sauerstoff	—	—
Salpetersäure	29	42
II. Stickstoff und Wasserstoff	30	46
4. Kohlenstoff	31	47
Kohlenstoff-Verbindungen:		
I. Kohlenstoff und Sauerstoff	—	—
1. Kohlenoxyd	32	49
2. Oxalsäure (Kleesäure)	33	—
3. Kohlensäure	34	51
II. Kohlenstoff und Wasserstoff	—	54
1. Schweres Kohlenwasserstoffgas	35	55
2. Leichtes Kohlenwasserstoffgas (Sumpfgas, Grubengas)	36	—
III. Kohlenstoff und Stickstoff	37	56
5. Bor	38	—
Borsäure	39	57
6. Kiesel	40	58
Kieselsäure	41	59
7. Schwefel	42	61
Schwefel-Verbindungen:		
I. Schwefel und Sauerstoff.		
1. Schweflige Säure	43	63
2. Schwefelsäure	44	65
II. Schwefel und Wasserstoff, Schwefelwasserstoff (Wasserstoffsulphid)	45	68
8. Phosphor	46	70
Phosphor-Verbindungen:		
I. Phosphor und Sauerstoff.		
1. Phosphorige Säure	47	71
2. Phosphorsäure	48	—
II. Phosphor und Wasserstoff	49	76
9. Chlor	50	—
Chlor-Verbindungen:		
1. Verbindungen des Chlors mit Wasser	51	78
2. Verbindungen des Chlors mit anderen Elementen	52	—
I. Chlor und Sauerstoff	—	79
II. Chlor und Wasserstoff.		
Chlorwasserstoff (Chlorwasserstoffsäure, Salzsäure)	53	79
Verbindungen	54	81

	§.	Seite
Bleichen mit Chlor	55	84
10. Brom	56	86
11. Jod	57	—
12. Fluor	58	88
Cyan	59	—
Cyanwasserstoff (Blausäure)	60	89
Anhang zum ersten Abschnitte: Die atmosphärische Luft.		
I. Bestandtheile der Luft	61	91
II. Verhältniß der Bestandtheile in der Luft	62	93
III. Verbrauch und Ersatz in der Atmosphäre	63	95
IV. Verdorbene Luft	64	96
V. Verbrennen in der Luft	65	98
Zweiter Abschnitt: **Die Metalle und ihre Verbindungen mit unorganischen Körpern.**		
Eintheilung der Metalle	66	100
Erste Abtheilung der Metalle: Leichte Metalle.		
Erste Gruppe: Metalle der Alkalien.		
1. Kalium	67	101
Kalium-Verbindungen:		
I. Kalium und Sauerstoff		
Kaliumoxyd (Kali)	68	103
a. Kali und Wasser	69	—
b. Kali und Kohlensäure	70	105
c. Kali und Kleesäure	71	107
d. Kali und Salpetersäure	72	108
Schießpulver	73	109
e. Kali und Kieselsäure	74	111
f. Kali und Schwefelsäure	75	112
g. Kali und Phosphorsäure	76	113
h. Kali und Chlorsäure	77	—
II. Kalium und Schwefel	78	114
III. Kalium und Chlor	79	116
2. Natrium	80	117
Natrium-Verbindungen:		
I. Natrium und Sauerstoff.		
Natriumoxyd (Natron)	81	118
a. Natron und Wasser	—	—
b. Natron und Kohlensäure	—	—
c. Natron und Salpetersäure	—	120
d. Natron und Borsäure	82	—
e. Natron und Kieselsäure	83	121
f. Natron und Schwefelsäure	—	—
g. Natron und Phosphorsäure	—	—
II. Natrium und Chlor	84	122
3. Ammonium	85	124
I. Chlorammonium	—	—
II. Ammoniumoxyd (Ammon)	86	126
a. Ammon und Kohlensäure	87	127
b. Ammon und Salpetersäure	88	128
c. Ammon und Schwefelsäure	89	—
III. Schwefelammonium	90	—
Ammoniak und Amid	91	129
Zweite Gruppe der leichten Metalle: Metalle der alkalischen Erden.		
1. Baryum	92	130
Baryum-Verbindungen:		
I. Baryum und Sauerstoff	93	—
a. Baryt und Wasser	94	131

	§.	Seite
b. Baryt und Schwefelsäure	95	132
c. Baryt und Kohlensäure	—	133
II. Baryum und Chlor	96	—
2. Strontium	97	134
3. Calcium	98	—
I. Calcium und Sauerstoff.		
Calciumoxyd (Kalk)	99	—
a. Kalk und Wasser	100	136
b. Kalk und Kohlensäure	101	137
c. Kalk und Oxalsäure	102	138
d. Kalk und Schwefelsäure	103	—
e. Kalk und Phosphorsäure	104	139
f. Kalk und Kieselsäure	105	141
Glas	106	—
Hydraulischer Mörtel	107	142
II. Calcium und Schwefel	108	143
III. Calcium und Chlor	109	—
Chlorkalk	110	144
IV. Calcium und Fluor	111	145
4. Magnesium	112	—
Magnesium-Verbindungen:		
I. Magnesium und Sauerstoff.		
Magnesiumoxyd (Magnesia)	113	—
a. Magnesia und Wasser	114	146
b. Magnesia und Kohlensäure	115	—
c. Magnesia und Schwefelsäure	116	147
d. Magnesia und Phosphorsäure	117	—
e. Phosphorsaure Ammon-Magnesia	118	148
f. Magnesia und Kieselsäure	119	—
II. Magnesium und Chlor	120	—
Dritte Gruppe der leichten Metalle: Metalle der reinen Erden.		
Aluminium	121	149
Aluminium-Verbindungen:		
Aluminium und Sauerstoff.		
Aluminiumoxyd (Thonerde)	122	150
a. Thonerde und Wasser	123	151
b. Thonerde und Schwefelsäure	124	—
Alaun	125	152
c. Thonerde und Kieselsäure	126	153
Kieselsaure Thonerde-Doppelsalze	127	154
Thonwaaren	128	—
Zweite Abtheilung der Metalle: Schwere Metalle.		
Erste Gruppe: Unedle Metalle.		
1. Eisen	129	157
Eisen-Verbindungen:		
I. Eisen und Sauerstoff	130	159
1. Eisenoxydul	131	160
a. Kohlensaures Eisenoxydul	132	—
b. Schwefelsaures Eisenoxydul	133	161
c. Kieselsaures Eisenoxydul	—	162
2. Eisenoxyd	134	—
a. Eisenoxyd und Wasser	—	—
b. Eisenoxyd und Schwefelsäure	135	162
c. Eisenoxyd und Phosphorsäure	—	163
II. Eisen und Schwefel.		
1. Einfachschwefeleisen (Eisensulphür)	136	163
2. Zweifachschwefeleisen	137	164

	§.	Seite
III. Eisen und Chlor	138	165
IV. Eisen und Cyan.		
1. Ferrocyan-Verbindungen	139	166
2. Ferridcyan-Verbindungen	140	168
2. Mangan	141	169
I. Mangan und Sauerstoff	142	—
II. Mangan und Schwefel	—	171
3. Zink	143	—
Zink-Verbindungen.		
4. Nickel und		
5. Kobalt	144	173
6. Blei	145	174
Blei-Verbindungen:		
I. Oxyde des Bleies und Verbindungen derselben	146	—
II. Blei und Schwefel	147	177
7. Kupfer	148	178
Kupfer-Verbindungen	149	—
8. Wismuth	150	180
9. Zinn	151	181
10. Antimon (Spießglanz)	152	182
11. Arsen (Arsenik)	153	183
12. Chrom	154	186
Zweite Gruppe der schweren Metalle: Edle Metalle.		
1. Quecksilber	155	187
2. Silber	156	188
3. Gold	157	190
4. Platin	158	191
Anhang zum zweiten Abschnitte: Die natürlichen Gewässer.		
I. Regenwasser, Schneewasser, Thau, Reif ꝛc.	159	192
II. Quellwasser, Brunnenwasser	160	193
III. Bachwasser, Flußwasser	161	195
IV. Meerwasser	162	196
Anwendung der natürlichen Gewässer	163	198
Ueberblick über die zweite Abtheilung.		
I. Zusammenstellung der betrachteten Elemente und Verbindungen nach ihrer Grundlage.		
A. Metalloide	—	200
B. Metalle	—	201
II. Zusammenstellung der betrachteten Elemente und Verbindungen nach ihrem Wesen.		
A. Elemente	—	206
B. Verbindungen	—	—
III. Zusammenstellung der betrachteten Elemente und ihrer wichtigsten Verbindungen nach ihrer Löslichkeit in Wasser	—	210

Dritte Abtheilung.

Chemie der organischen Reiche.

Einleitung	164	213
Erster Abschnitt: **Die organischen Bestandtheile der Pflanzen.**		
Allgemeine Eintheilung	165	218
A. Pflanzensäuren.		
Art des Vorkommens	166	219
1. Weinsteinsäure (Weinsäure)	167	—
Salze	168	212
1. Weinsteinsäure und Kali	—	—
2. Weinsteinsaurer Kalk	—	222

	§.	Seite
3. Weinsteinsaures Natron-Kali	168	223
4. Brechweinstein	—	—
2. Citronensäure	169	—
3. Aepfelsäure	170	225
4. Benzoësäure	171	226
5. Bernsteinsäure	172	226
6. Gerbesäure	173	227
B. Pflanzenbasen (Alkaloide).		
Art des Vorkommens	174	229
1. Morphin	175	—
2. Chinin und		
3. Cinchonin	176	230
4. Strychnin und		
5. Brucin	177	—
6. Veratrin	178	230
7. Solanin	179	231
8. Nikotin	180	—
9. Kaffeïn, Theïn	181	—
10. Piperin	182	—
C. Indifferente Pflanzenstoffe.		
Weitere Eintheilung derselben	183	232
I. Stickstofffreie, indifferente Pflanzenstoffe. Allgemeines	184	—
Erste Gruppe: Stärkemehle.		
a. Gewöhnliches Stärkemehl, Stärke, Amylum	185	233
Verhalten des Stärkemehls in der Hitze und zu Säuren (Stärkegummi, Dextrin)	186	236
b. Inulin (Dahlin)	187	237
c. Moosstärke	188	238
Rückblick auf die Gruppe der Stärkemehle	189	239
Zweite Gruppe: Gummi und Pflanzenschleim	190	—
Dritte Gruppe: Gallertartige Stoffe.		
a. Pektin	191	241
b. Pektinige Säure und		
c. Ueberpektinsäure	192	—
d. Pektinsäure	193	242
Vierte Gruppe: Zuckerarten.		
a. Rohrzucker	194	243
b. Traubenzucker (Krümelzucker, Stärkezucker)	195	245
Anhang: Fruchtzucker und Schleimzucker	196	247
Fünfte Gruppe: Zuckerähnliche Stoffe	197	—
a. Mannit	—	248
b. Glycyrrhizin	—	—
Sechste Gruppe: Fette Oele.		
A. Allgemeines	198	249
B. Einfache fette Körper	199	250
C. Verhalten der einfachen Fette und fetten Oele zu Alkalien und anderen Basen (Verseifung)	200	251
Oelsüß	201	253
Fette Säuren, welche die allgemein verbreiteten einfachen Fette beim Verseifen liefern.		
1. Stearinsäure	202	—
2. Margarinsäure	203	255
3. Oleïnsäure	204	—
4. Olinsäure	205	256
D Einwirkung der Salzbasen auf natürliche fette Oele	206	—
E. Nicht allgemein verbreitete einfache Fette	207	257
F. Einzelne im Pflanzenreich vorkommende fette Oele	—	—

	§.	Seite
1. Nicht trocknende Oele	208	258
2. Trocknende Oele	209	259
Siebente Gruppe: Pflanzenwachse	210	260
Achte Gruppe: Aetherische Oele.		
A. Allgemeines	211	261
B. Einzelne im Pflanzenreich vorkommende ätherische Oele.		
1. Sauerstofffreie ätherische Oele	212	263
2. Sauerstoffhaltige ätherische Oele	213	—
Anhang: Blausäurehaltige und schwefelhaltige ätherische Oele	214	264
Neunte Gruppe: Harze.		
A. Allgemeines	215	266
B. Einzelne Harze	216	267
Zehnte Gruppe: Kautschuk und kautschukartige Materien	217	269
Elfte Gruppe: Farbstoffe.		
A. Allgemeines	218	—
B. Einzelne Farbstoffe	219	270
Anhang zu den Farbstoffen	220	273
Zwölfte Gruppe: Bitterstoffe	221	274
Dreizehnte Gruppe: Zellensubstanz (Cellulose) und Holzsubstanz (Lignin)	222	276
II. Stickstoffhaltige allgemein verbreitete Pflanzenstoffe.		
1. Pflanzeneiweiß (Pflanzenalbumin)	223	278
2. Pflanzenleim	224	279
3. Legumin	225	—
4. Emulsin	226	280
5. Pollenin	227	281
Zweiter Abschnitt: **Zusammensetzung der für Land- und Forstwirthschaft wichtigsten Pflanzen und Pflanzentheile.**	228	282
A. Eigentliche Halmfrüchte		
a. Weizen (Triticum sativum Pers.)	229	285
b. Roggen (Secale cereale)	230	288
c. Gerste (Hordeum)	231	292
b. Hafer (Avena sativa)	232	295
e. Reis (Oryza sativa)	233	299
B. Uneigentliche Halmfrüchte		
a. Mais (Zea mays)	234	300
b. Hirse (Panicum)	235	303
Anhang zu den Halmfrüchten.		
Buchweizen (Polygonum fagopyrum u. tartaricum)	236	304
C. Hülsenfrüchte		
a. Erbse (Pisum)	237	307
b. Linse (Ervum lens)	238	309
c. Schminkbohne (Phaseolus vulgaris)	239	311
d. Feldbohne (Vicia faba)	240	312
e. Wicke (Vicia)	241	314
D. Hackfrüchte		
a. Kohlarten	—	316
b. Wurzelgewächse		
aa. Rübenartige (Rüben)	242	—
bb. Knollentragende		
1. Kartoffel (Solanum tuberosum)	243	319
2. Topinambur (Helianthus tuberosus)	244	323
E. Handels- und Gewerbspflanzen.		
a. Oelgewächse	245	324

	§.	Seite
1. Raps (Brassica Napus). — 2. Rübsen (Brassica campestris). — 3. Weiße Rübe (Brassica rapa). — 4. Kohlrübe (Brassica napobrassica).		
5. Mohn (Papaver somniferum)	246	326
6. Schwarzer Senf (Sinapis nigra). — 7. Weißer Senf (Sinapis alba)	247	—
8. Leindotter (Myagrum sativum). — 9. Sonnenblumen (Helianthus annuus). — 10. Madia (Madia sativa). — 11. Hanf (Cannabis sativa). — 12. Lein (Linum usitatissimum)	—	327
b. Gespinnstpflanzen.		
1. Hanf, 2. Lein (Flachs)	248	328
c. Technische Pflanzen.		
1. Taback (Nicotiana)	249	329
d. Färbepflanzen.		
a. Krapp (Rubia tinctorum)	250	331
e. Gewürzpflanzen		
a. Hopfen (Humulus Lupulus)	251	332
F. Futtergewächse.		
a. Kleearten	252	333
b. Gräser	253	335
G. Obsttragende Gewächse.		
a. Kernobst	254	336
b. Steinobst	255	337
c. Beerenobst	256	338
d. Schalenobst	257	341
H. Forstbäume	258	—
I. Unkräuter und Verwandtes	259	347
Anhang zum zweiten Abschnitt.		
Gehalt verschiedener Feldfrüchte an Schwefel und Phosphor	260	349
Dritter Abschnitt: **Zersetzungsprocesse der Pflanzenbestandtheile und Pflanzen**	261	353
Erste Unterabtheilung: Gährungs-, Fäulniß- und Verwesungsprocesse.		
A. Die geistige Gährung.		
I. Erscheinungen der geistigen Gährung.		
1. Allgemeine Thatsachen	262	—
2. Specielle Erfahrungen	263	354
3. Schlüsse aus den Erfahrungen	264	356
II. Produkte der geistigen Gährung	265	357
A. Hauptprodukte der Gährung.		
a. Hefe	266	358
b. Alkohol (Weingeist)	267	359
Zersetzungsprodukte des Alkohols	—	363
1. Aether	268	—
2. Aldehyd und Essigsäure	269	365
Essigsaure Salze	270	368
B. Nebenprodukte der Gährung	271	369
a. Kartoffelfuselöl	272	370
b. Gährungsöl des Weines	273	371
c. Getreidefuselöl	274	—
B. Schleimige Gährung	275	372
C. Dextrin- und Zuckergährung	276	—
D. Milchsäure-Gährung	277	374
E. Buttersäure-Gährung	278	375
F. Fäulniß	279	376
Rückblick auf die Gährungs- und Fäulnißprocesse	280	377

	§.	Seite
Mittel, der Gährung oder Fäulniß fähige Substanzen aufzubewahren	281	378
G. Verwesungsprocesse vegetabilischer Körper	—	380
I. Humusbildung	282	380
1. Verwesungsprodukte der stickstofffreien Pflanzenstoffe	—	381
2. Verwesungsprodukte der stickstoffhaltigen Pflanzenstoffe	—	382
II. Betrachtung der einzelnen Humusbestandtheile	283	383
Ulmin, Ulminsäure, Humin, Huminsäure, Geïnsäure	284	384
Quellsäure, Quellsatzsäure	285	385
Anhang zu den Verwesungsprocessen.		
I. Schützen des Holzes gegen Verwesung	286	386
II. Rasenbleiche und Papiermasse	287	387
Zweite Unterabtheilung: Zersetzung der Pflanzenstoffe in höherer Temperatur.		
A. Bei Abschluß der Luft (trockene Destillation)		
a. Allgemeines	288	—
b. Trockene Destillation des Holzes	289	388
B. Bei Zutrit der Luft.		
a. Allgemeines	290	391
b. Heizung bezweckende Verbrennungsprocesse und Brennmaterialien	291	393
Anhang: Torf, Braunkohlen, Steinkohlen	292	407
1 Torf	293	—
2. Braunkohlen und 3. Steinkohlen	294	408
Asphalt, Bergtheer und Steinöl	295	411
c. Beleuchtung bezweckende Verbrennungsprocesse und Leuchtmaterialien	—	412
1. Allgemeines	296	—
2. Leuchtgas	297	413
3. Flüssige Leuchtmaterialien	298	416
4. Feste Leuchtmaterialien	299	—
Vierter Abschnitt: **Die Thierchemie**	300	418
Erste Unterabtheilung: Von den Bestandtheilen der Thiere, welche ihren Lebensproceß vermitteln	301	419
I. Das Blut	302	—
1. Der das Gerinnen des Blutes bedingende Körper (Fibrin)	303	420
2. Die Blutkügelchen	304	421
3. Das Blutwasser	305	422
4. Sonstige Bestandtheile des Blutes	306	423
5. Ueberblick, und Verhältniß der Bestandtheile des Blutes	307	—
II. Die Lymphe	308	424
III. Der Chylus	309	—
IV. Der Bauchspeichel	310	425
V. Das Nervensystem	311	—
VI. Die Knochen	312	426
VII. Die Knorpel und leimgebenden Gewebe	313	428
VIII. Die Muskeln	—	430
1. Zusammensetzung	314	—
2. Zubereitung des Fleisches	315	432
3. Verderbniß und Aufbewahrung des Fleisches	316	434
IX. Die Oberhaut und ihre Ausscheidungen (Hornsubstanz)	317	436
X. Der Speichel	318	437
XI. Der Magensaft	319	—
XII. Die Galle	320	438

	§.	Seite
XIII. Das Fett	321	439
Zweite Unterabtheilung: Von den beim Lebensprocesse der Thiere erzeugten Ausscheidungen.		
A. Ausscheidungen, welche zum Zweck haben, Verbrauchtes oder Unbrauchbares zu entfernen.		
I. Harn	322	442
1. Allgemeine Zusammensetzung des Harns.		
a. Menschenharn	323	—
b. Harn der Thiere	324	
2. Dem Harn eigenthümliche Bestandtheile	—	447
a. Harnstoff	325	—
b. Harnsäure	326	—
c. Hippursäure	327	448
d. Extractivstoffe des Harns	328	449
3. Fäulniß des Harns	329	—
II. Die Excremente	330	450
III. Die Ausdünstung der Haut (Schweiß)	331	452
B. Ausscheidungen, welche auf den Fortpflanzungsproceß oder besondere Lebensfunktionen Bezug haben	—	453
I. Die Milch	—	—
1. Allgemeine Zusammensetzung	332	—
2. Einzelne Bestandtheile der Milch	—	456
a. Caseïn	333	456
Anhang: Ansichten über die wahre Natur des Caseïns, Albumins, ꝛc. (Proteïn)	334	457
b. Milchzucker	335	458
c. Salze der Milch	336	459
d. Butter	337	—
Ranzigwerden der Butter, und Mittel demselben vorzubeugen	—	461
Eigenschaften guter Butter	—	462
Verfälschung der Butter	—	—
3. Verhalten der Milch beim Stehen ꝛc.	338	463
II. Das Ei	339	464
Verderben und Aufbewahrung der Eier	—	466
III. Honig und Wachs	—	467
1. Honig	340	—
2. Wachs	341	468
IV. Seide	342	469
Dritte Unterabtheilung: Von dem Athmungs- und Ernährungsprocesse	343	469
I. Thatsachen und daraus unmittelbar folgende Schlüsse	344	470
II. Ansicht vom Athmungs- und Ernährungsprocesse	345	471
III. Nahrungsmittel und ihr relativer Werth	346	475
Frage a. Welche Substanzen können als stickstoffhaltige und welche als stickstofffreie Nahrungsmittel betrachtet werden?	347	477
Frage b. Welches Verhältniß zwischen stickstoffhaltigen und stickstofffreien Nahrungsstoffen herrscht in den Nahrungsmitteln?	348	—
Nahrungsäquivalente ꝛc.	—	478
Frage c. Welches Verhältniß zwischen stickstoffhaltigen und stickstofffreien Nahrungsstoffen muß in der Nahrung des Menschen und der Thiere bestehen?	349	480
Frage d. Welche Menge der im richtigen Verhältnisse gemischten Nahrung bedarf ein Mensch oder Thier	350	482
Schlüsse aus dem Bisherigen	351	483

	§.	Seite
Rohe und gekochte Nahrungsmittel	352	484
Fünfter Abschnitt: **Der Ernährungsproceß und die Cultur der Pflanzen (Agricultur-Chemie).**		
Allgemeine Grundlage	353	485
A. Der Boden	—	—
I. Allgemeine Natur des Acker- und Waldbodens	354	—
II. Entstehung der Ackererde	355	487
III. Eintheilung der Bodenarten und Bestandtheile derselben	—	489
A. Eintheilung	356	489
B. Wesen und Herstammung der vorwaltenden Bestandtheile	357	490
C. Herstammung der Chlor- und Fluor- ꝛc. Verbindungen, der phosphorsauren und schwefelsauren Salze, des Ammons ꝛc. im Boden	358	496
IV. Eigenschaften der Bodenarten	359	499
a. Physische	360	—
b. Chemische	361	500
B. Uebersicht der Quellen, aus welchen die die Pflanzen bildenden Elemente möglicherweise herstammen können	362	502
I. Mögliche Quellen des Kohlenstoffes	—	—
II. » » » Wasserstoffes	—	—
III. » » » Sauerstoffes	—	503
IV. » » » Stickstoffes	—	—
V. » » » Schwefels und Phosphors	—	—
VI. » » der unorganischen Salze	—	504
C. Prüfung, welche von den betrachteten möglichen Quellen des Kohlenstoffes, Wasserstoffes, Stickstoffes ꝛc. von den Pflanzen benutzt werden können, und welche die Erfahrung oder die Wahrscheinlichkeit als wirklich benutzte bezeichnet	363	504
I. Kohlenstoff	364	505
II. Wasserstoff	365	507
III. Sauerstoff	366	508
IV. Stickstoff	367	—
V. Schwefel und Phosphor	368	510
VI. Unorganische Salze	369	—
D. Wachsen der Pflanzen im Naturzustande	370	511
E. Wachsen der Pflanzen im Culturzustande	371	514
I. Die mechanische Bearbeitung des Feldes	372	515
II. Die Brache	373	516
III. Die Düngung	374	517
a. Das Bedürfniß der Pflanze in Hinsicht auf Nahrungsstoffe	375	—
b. Das Bedürfniß der Pflanze in Hinsicht auf physikalische Beschaffenheit des Bodens	376	519
c. Der Gehalt des Bodens an den der Pflanze nöthigen Bestandtheile	377	519
d. Die Bestandtheile des Düngers	378	521
1. Dünger unorganischen Ursprungs	—	—
II. » organischen »	—	—
III. Guano	—	523
Düngungsversuche	379	525
IV. Die Wechselwirthschaft	380	531
F. Erschöpfung des Bodens und Ertrag	381	532
Anhang zu §. 381. Zusammensetzung zum Düngen dienlicher Salze nach Procenten	—	536

§. Seite

Vierte Abtheilung.

Chemische Grundlage der land- und forstwirthschaftlichen Gewerbe.

Einleitung 382 541

Erster Abschnitt: **Die landwirthschaftlichen Gewerbe.**

1. Die Bereitung des Weines und Obstweines.
   - A. Weinlese . . . . . 383 —
   - B. Gewinnung des Traubensaftes 384 542
   - C. Gährung 385 543
   - D. Weitere Behandlung 386 546
   - E. Gekünstelte Weine 387 548
   - F. Gehalt und Güte 388 549
   - G. Krankheiten 389 551
   - H. Verfälschungen . . . . . 390 —
   - I. Obstweine 391 553
2. Die Bereitung des Bieres.
   - A. Materialien . . . . . 392 —
   - B. Das Malzen 393 554
   - C. Das Brauen.
     - I. Darstellung der Würze 394 556
     - II. Gährung der Würze 395 559
   - D. Wesen, Haltbarkeit, Güte, Gehalt und Verfälschungen des Bieres 396 561
3. Die Bereitung des Branntweins 397 563
   - A. Darstellung der Meische . . . . . 398 —
   - B. Gährung 399 565
   - C. Destillation 400 566
   - D. Gehalt, Entfuselung, Verfälschungen 401 567
4. Die Bereitung des Essigs 402 570
   - A. Langsame Methode 403 571
   - B. Schnelle Methode 404 572
   - C. Gehalt, Verunreinigungen, Verfälschungen 405 574
5. Die Fabrikation des Stärkemehls.
   - A. Weizenstärke 406 575
   - B. Kartoffelstärke 407 577
   - C. Unterscheidung, Wassergehalt, Verfälschungen 408 578
6. Das Mehl und die Bereitung des Brodes.
   - A. Das Mehl 409 579
   - B. Das Brod.
     - a. Gewöhnliche Bereitung 410 582
     - b. Abweichende Methoden 411 584
     - c. Wesen, Güte, Nahrhaftigkeit, Surrogatzusätze, Verfälschungen 412 585
7. Die Bereitung des Rohr- und Runkelrübenzuckers.
   - A. Rohzucker aus Zuckerrohr 413 588
   - B. » » Runkelrüben 414 589
   - C. Raffinerie des Rohzuckers 415 590
8. Die Bereitung des Stärkezuckers 416 591
9. Die Gewinnung der fetten Oele.
   - A. Darstellung 417 593
   - B. Reinigung . . . . . 418 —
10. Die Fabrikation der Seife.
   - A. Weiche Seifen 419 594
   - B. Harte Seifen 420 595
11. Die Bereitung der Käse 421 597

	§.	Seite
Zweiter Abschnitt: **Die forstwirthschaftlichen Gewerbe.**		
1. Die Bereitung der Potasche	422	599
2. Die Kohlenbrennerei	423	601
3. Theer, Pech, Kienöl	424	605
4. Kienruß	425	606

Fünfte Abtheilung.

Elemente der chemischen Analyse.

Einleitung	426	611
Erster Abschnitt: **Die qualitative Analyse.**		
A. Qualitative Analyse der unorganischen Körper	427	612
I. Die Reaktionen der Körper	428	613
1. Reaktionen der Metalloxyde	429	614
2. Reaktionen der Säuren	430	619
II. Systematischer Gang der Analyse	431	621
III. Beispiele	432	626
1. Qualitative Analyse eines Brunnenwassers	—	—
2. Prüfung eines Acker- oder Waldbodens	—	627
3. Prüfung einer Speise oder eines Getränkes auf eine metallische Beimengung	—	—
B. Qualitative Analyse der organischen Körper	433	628
Beispiele:		
1. Unterscheidung der Zuckerarten	434	629
Zusatz: Gummi und Dextrin	—	—
2. Erkennung und Unterscheidung der Essigsäure und Milchsäure	435	630
3. Auffindung der Weinstein-, Citronen- und Aepfelsäure	436	—
Zweiter Abschnitt: **Die quantitative Analyse.**		
A. Quantitative Analyse der unorganischen Körper	437	631
Beispiele:		
1. Analyse eines unreinen Kochsalzes	438	632
2 Prüfung der Potasche	439	634
B. Quantitative Analyse der organischen Körper.		
1. Organische Elementaranalyse	440	636
2. Quantitative Bestimmung der näheren Pflanzenbestandtheile	441	638
Beispiele:		
I. Analyse des Weins (Biers, Obstweins, Essigs, Mostes, Runkelrübensaftes ꝛc.)	442	639
II. Analyse der Kartoffeln (Getreidesamen, Hülsenfrüchte ꝛc.)	443	643
III. Analyse der Milch	444	644
IV. Einige Worte über die quantitative Analyse des Acker- und Waldbodens	445	645
Anhang:		
1. Das französische Maß und Gewicht		646
2. Vergleichung des französischen Maßes und Gewichtes mit dem deutscher Länder		

LIBRARY OF CONGRESS
0002671846 6